

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

$$S \xrightarrow{CO} E \xrightarrow{CO} C \xrightarrow{CO} R \xrightarrow{O} E \xrightarrow{CO} T$$

25X1

REPORT

NO. PAGES 1

REFERENCES

PLACE &
DATE ACQ.

25X1

—25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

can be treated as UNCLASSIFIED when removed from the covering report.

1. A series of pamphlets: "Priory i sredstva Avtomatizatsii -- Novyye Konstruktsii (Equipment and Means of Automation -- New Models)".
 - a. Malogabaritnaya Nelineynaya Bezlampovaya Modeliruyushchaya Ustanovka MN-10 (The Small, Non-Linear, Tubeless Modelling Device, MN-10).
 - b. Vychislitelnyy Pribor dlya Opredeleniya Rezhimov Rezaniya pri Kholodnoy Obrabotke Metallov VPRR-2 (Computer Equipment for Determining Cutting Conditions During the Cold Working of Metals, VPRR-2).
 - c. Elektronnaya Malogabaritnaya Analogovaya Matematicheskaya Mashina MN-M (Small Electronic Analog Computer, MN-M).
2. Elektronnyye Matematicheskiye Mashiny /i/ Priборы Infranizkogo Diapazona Chastot (Electronic Computers and Equipment of the Infra-Low-Frequency Band), which catalogs the following types of equipment:
 - a. Analog Computers for General Use (IPT-5, MPT-9, MPT-11M, MN-1, MN-7, MN-8, MN-M, ML-2, EI-12).
 - b. Supplementary Devices Which Expand the Capabilities of Analog Computers (KNB, NNB, EDG-1, ERV, EIM, BPZ-1).
 - c. All-Purpose Digital Computer (Ural).
 - d. Recording Equipment and Indicators (ERU-1, I-4, I-5, FP-2, FP-3, ETsVP-1, VL-2).
 - e. Equipment of the Infra-Low-Frequency Band (NF-2, NGPK-2, KV-2, DPV-1M, ESV-1M).
 - f. Computers of Operating Conditions (VPRR-2).

S-E-C-R-E-T

-25X1

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC							
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--	--	--	--	--	--	--

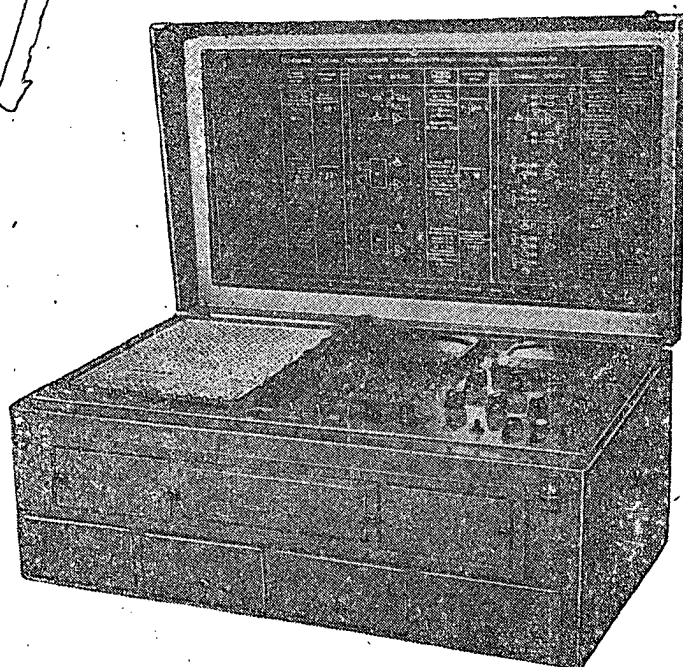
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

Госплан СССР
*
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ

И С Р Е Д С Т В А А В Т О М А Т И З А Ц И И

Н О В Ы Е К О Н С Т Р У К Ц И И



ЭЛЕКТРОННАЯ МАЛОГАБАРИТНАЯ
АНАЛогоВАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МАШИНА
МН-М

ЦЕНТРАЛЬНОЕ БЮРО ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ · МОСКВА

Математическая машина МН-М, разработанная в НИИСчетмаше, предназначена для применения в качестве интегратора обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений и электрической модели систем и аппаратуры автоматического регулирования, которая может работать в натуральном масштабе времени.

В комплект машины входят: основной решающий блок, блок питания и электронно-лучевой индикатор.

Для выполнения математических операций в решающем блоке имеются следующие элементы:

а) 16 операционных усилителей, из которых 6—интегрирующие, а остальные—суммирующие и масштабные;

б) 64 линейных сопротивления обратных связей и 6 делителей напряжения для установки масштабных коэффициентов;

в) 4 нелинейных блока обратных связей, с помощью которых составляются 2 операции перемножения и воспроизводятся две нелинейные функции от одной переменной;

г) 6 диодных нелинейных ячеек, позволяющих реализовать характеристики таких приборов и устройств, как люфт, ограничение, зона нечувствительности и т. п.

Схема управления машины МН-М обеспечивает синхронную работу ее функциональных блоков; удобный отсчет времени; проверку правильности набора задачи; а также некоторые элементарные логические операции, возникающие при решении задач, например, введение изменений в исследуемую структурную схему при достижении одной из переменных заранее установленного для нее значения или при взаимном равенстве двух переменных и т. п.

Шкала изменения выходных величин функциональных блоков имеет диапазон $-100 \div +100$ в; максимальная длительность устойчивых процессов, моделируемых в натуральном масштабе времени, составляет около 200 секунд. Погрешность при решении ряда устойчивых систем на машине доходит до 1—2% к шкале ее выходных напряжений.

Чтобы решать обыкновенные дифференциальные уравнения, машина должна иметь следующие основные функциональные блоки:

- а) суммирующие,
- б) масштабные,
- в) интегрирующие,
- г) инвертирующие,
- д) блоки перемножения,
- е) генераторы нелинейных функций.

В зависимости от вида набираемой задачи все эти блоки могут образовываться посредством электрического соединения отдельных

элементов машины на коммутационном поле. Операции суммирования, интегрирования, инвертирования, перемножения и получения нелинейной функции от одной переменной осуществляются при помощи усилителя постоянного тока с большим коэффициентом усиления и глубокой отрицательной обратной связью (рис. 1 и 2).

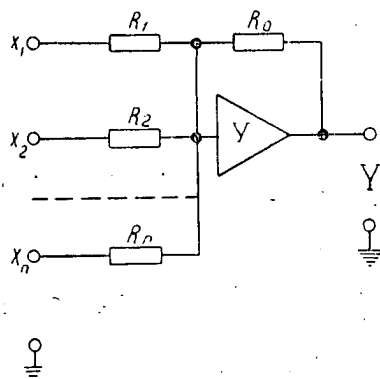


Рис. 1. Схема операции суммирования

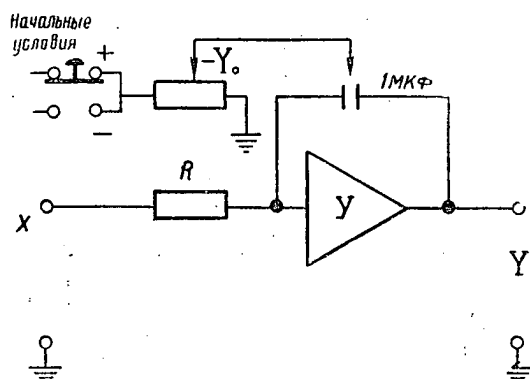


Рис. 2. Схема операции интегрирования

В качестве операционного усилителя применяется простой и дешевый усилитель УПТ-19, схема которого построена на электронных лампах „Дробь“ (рис. 3). Для уменьшения „дрейфа нуля“ такого усилителя применена схема с катодной стабилизацией. В его выходном каскаде применена экономичная схема, которая не требует анодной нагрузки.

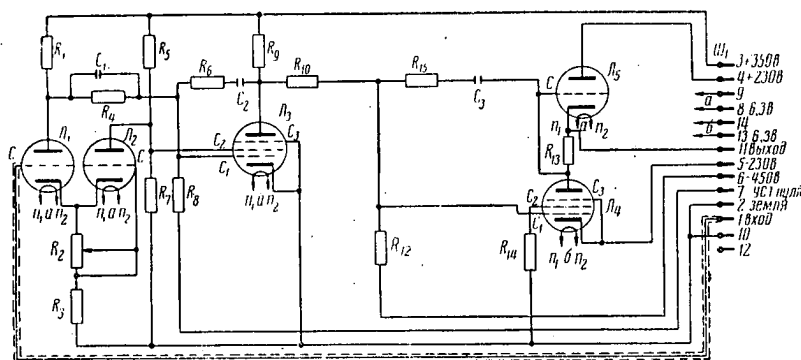


Рис. 3. Схема усилителя УПТ-19

В усилителе „дрейф нуля“, приведенный ко входу, составляет около 2 мв за 10 мин., фоновая составляющая (частотой 50 гц) не превышает 10 мв при $K=1$, рабочий диапазон частот составляет 0—1 кгц, а выходная шкала равна ± 100 в при максимальном токе нагрузки до 10 ма.

Для получения нелинейных зависимостей в машине применяются нелинейные элементы, построенные на плоскостных кремниевых диодах. Воспроизведение функций от одной переменной осуществ-

ляется методом кусочно-линейной аппроксимации 12-ю отрезками прямой по формуле:

$$V = f_0 + \alpha_0 x + \sum_{i=1}^{12} \frac{1 + \text{sign } x_{oi} \cdot \text{sign } (x - x_{oi})}{2} \alpha_i (x - x_{oi})$$

$$\text{причем } \text{sign } x = \begin{cases} +1 & \text{при } x > 0 \\ -1 & \text{при } x < 0 \end{cases}$$

Принципиальная схема универсального блока для образования функций от одной переменной представлена на рис. 4. Она содержит 12 нелинейных сопротивлений $R_{n1} \div R_{n12}$, два потенциометра, предназначенных для задания постоянной составляющей f_0 и пропорциональной составляющей $\alpha_0 x$, и выходной суммирующий усилитель.

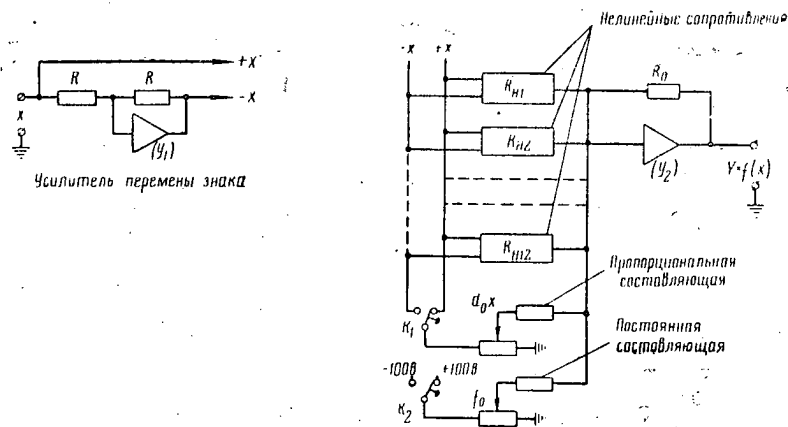


Рис. 4. Принципиальная схема универсального блока для образования функций от одной переменной

Схема нелинейного сопротивления содержит два кремниевых диода, делитель напряжения R_1 и R_2 (для установки величин x_{oi}), потенциометр R_3 (для задания коэффициента α_i), входное сопротивление R_4 и схему, предназначенную для компенсации начального участка вольтамперной характеристики кремниевого диода. Кроме этого, в схему нелинейного сопротивления входят переключатели, с помощью которых производится изменение направления включения диодов D_1 и D_2 , а также изменение знаков входного и опорного напряжений — в зависимости от того, в каком квадранте необходимо осуществлять нелинейную зависимость.

Операция перемножения в машине осуществляется блоком, схема которого реализует формулу:

$$Y = C \left| \frac{x_1 + x_2}{2} \right|^2 - C \left| \frac{x_1 - x_2}{2} \right|^2 = C x_1 x_2.$$

Принципиальная схема блока перемножения, построенная с применением кремниевых диодов, представлена на рис. 5.

Основная часть этой схемы, осуществляющая возведение в квадрат модуля полусуммы и модуля полуразности входных величин x_1 и x_2 , представляет собой два однотипных нелинейных преобразователя квадратора, каждый из которых состоит из девяти нелинейных элементов.

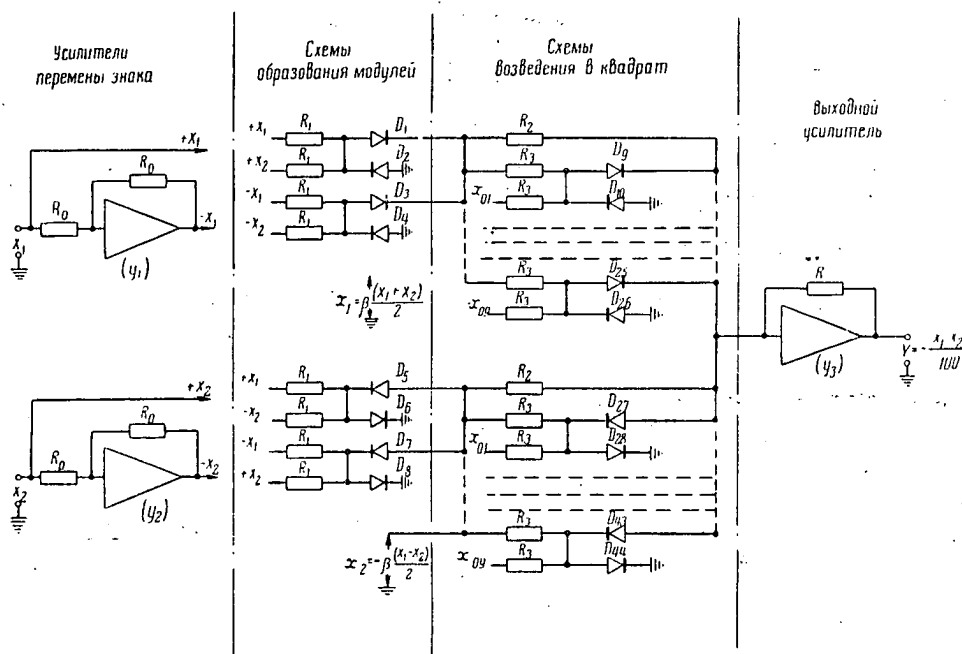


Рис. 5. Принципиальная схема блока перемножения

Включение этих нелинейных элементов производится последовательно по мере роста входных величин

$$x_1 = \beta \frac{x_1 + x_2}{2} \text{ или } x_2 = -\beta \frac{x_1 - x_2}{2}.$$

Последовательное включение нелинейных участков обеспечивается подачей на них различных опорных напряжений $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{09}$, получаемых с делителя напряжения. Кроме „квадраторов“, эта схема имеет еще входную часть, образующую модуль полусуммы величин x_1 и x_2 с положительным знаком и модуль полуразности величин x_1 и x_2 с отрицательным знаком, а также выходной усилитель (напряжение на выходе которого пропорционально произведению величин x_1 и x_2).

Питание машины осуществляется от малогабаритного блока типа ЭСВ-7. В этом блоке выпрямители построены на германиевых плоскостных диодах, а стабилизаторы—на электровакуумных лампах. Питание блока ЭСВ-7 осуществляется от сети переменного тока 220 в, 50 гц. В состав блока питания входят:

а) источники с электронной стабилизацией—450 в (20 ма); +350 в (100 ма); +230 в (300 ма); и —230 в (300 ма);

б) источники переменного тока 50 гц на 16 а и 8 а и источник постоянного тока 26 в на 1 а.

В условиях нормальной эксплуатации изменение напряжения на выходе источников с электронной стабилизацией не превышает

0,1%. Фоновые составляющие для стабилизированных напряжений не превышают 30 мв.

Конструктивно машина МН-М выполнена в виде двух основных блоков: решающего и источника питания.

Верхняя панель решающего блока разделяется на две части: левую, предназначенную для набора задачи, и правую, на которой располагаются элементы схемы управления.

В левой части верхней панели расположены: коммутационное поле, делители напряжения для задания шести постоянных коэффициентов, тумблеры для выбора режима работы шести усилителей (режимы „интегрирование“ — „суммирование“) и тумблеры для выбора постоянной времени интегрирования („1 сек.“, „0,1 сек.“).

В правой части верхней панели расположены два стрелочных прибора. Один из этих приборов имеет три предела измерения (0,1 в; 2,5 в; 100 в) и предназначен для настройки нулей усилителей, задания начальных условий, а также для замера результатов решения компенсационным методом. Второй прибор используется для измерения времени интегрирования.

Выше стрелочных приборов располагаются 18 лампочек, сигнализирующих о выходе соответствующих операционных усилителей из нормального режима работы. Ниже приборов располагаются потенциометры настройки нулей усилителей, потенциометры задания начальных условий, делители эталонного и компенсационного напряжений, переключатель выбора усилителей. В нижней части верхней панели располагаются: переключатель выбора длительности процесса интегрирования, переключатель выбора отметки времени, тумблеры выбора режима работы электро модели („установка нуля“ — „работа“, „однократное“ — „повторное“), кнопки управления („исходное положение“, „пуск“, „стоп“) и соответствующие им сигнальные лампочки.

На передней панели решающего блока находится панель сменных сопротивлений, а также ячейки четырех нелинейных блоков. С задней стороны решающего блока (за крышкой) располагается 18 взаимозаменяемых операционных усилителей, панель реле схемы управления и панель с потенциометрами для настройки сигнальных лампочек выхода усилителей из нормального режима работы.

Конструктивно источник питания ЭСВ-7 выполнен в виде отдельного блока, смонтированного на сварном стальном каркасе. На его лицевую панель выведены регулировочные потенциометры, предохранители, сигнальные лампочки, соединительные штекеры и клеммы.

Машина МН-М имеет следующие технические характеристики.

Габаритные размеры 700 × 400 × 302 мм.

Вес — около 45 кг.

Прибор рассчитан на питание переменным током частотой 50 гц, напряжением 220 в. Потребляемая мощность — около 700 ватт.

Максимальный порядок решаемой системы уравнений — 6-ой.

Количество нелинейных операций (воспроизведение различных функций от одной переменной или перемножения двух переменных) — не больше 4-х.

При необходимости исследовать системы с большим количеством нелинейных зависимостей машина МН-М может работать совместно с типовым набором нелинейных блоков типа ННБ (рис. 6), в состав которого входит еще 18 операционных усилителей и 8 нелинейных блоков (4 блока перемножения и 4 генератора нелинейных функций), аналогичных по своим приведенным выше данным. Возможна также параллельная работа двух машин МН-М.

Для решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений необходимо привести ее к виду, удобному для моделирования:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i \left(x_1, x_2, \dots, x_n, \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt}, t \right),$$

где $i = 1, 2, \dots, 6$.

По этому уравнению составляется блок-схема, в которой указываются необходимые для решения задачи операции перемножения, нелинейного преобразования, суммирования, интегрирования и др.



Рис. 6. Набор нелинейных блоков типа НБ.

Для каждого отдельного дифференциального уравнения вида:

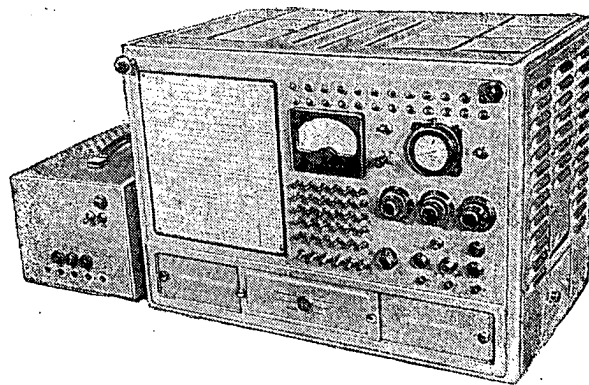
$$\frac{dx_i}{dt} = f_i$$

выбирается интегрирующий усилитель номера „ i “, на выходе которого получается напряжение, моделирующее величину x_i . После составления полной структурной схемы переходят к расчету масштабных коэффициентов. Масштабом величины x_i называется коэффициент пропорциональности между величиной x_i и моделирующим ее напряжением U_{x_i} .

Этот коэффициент обозначается через $M_{xi} \left[\frac{\text{вольт}}{x_i} \right]$. Максимальное значение моделирующего напряжения по модулю должно быть порядка 100 в.

Госплан СССР
*
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Приборы и средства АВТОМАТИЗАЦИИ НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ



МАЛОГАБАРИТНАЯ
НЕЛИНЕЙНАЯ БЕЗЛАМПОВАЯ
МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА
МН-10

ЦЕНТРАЛЬНОЕ БЮРО ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ • МОСКВА

Установка МН-10 является первой аналоговой математической машиной, схема которой выполнена полностью на полупроводниковых элементах.

Установка МН-10 предназначена для решения и исследования задач, описываемых обыкновенными нелинейными дифференциальными уравнениями вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_6, t),$$

где $i = 1, 2, \dots, 6$

Основное назначение установки — исследование различных систем автоматического регулирования методом электрического моделирования.

Установка позволяет решать дифференциальные уравнения, содержащие до шести нелинейных зависимостей вида функции от одной переменной или перемножения двух переменных (при любом сочетании этих зависимостей по количеству в пределах шести). Установка может работать в натуральном масштабе времени.

В состав установки входят 24 малогабаритных операционных усилителя постоянного тока, выполняющих операции интегрирования, дифференцирования, суммирования и масштабных преобразований, а также

4 диодных ячейки, используемых в схемах, воспроизводящих типичные нелинейные зависимости вида петли гистерезиса, момента сухого трения, зоны нечувствительности и ограничения.

Возможна параллельная работа двух электро моделирующих установок МН-10.

Результат решения задачи можно наблюдать на электронно-лучевом индикаторе типа И-5 или И-4.

Установка получает питание от блока ЭСВ-10, входящего в ее комплект.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ

Порядок решаемых уравнений	6
Установка имеет в своем составе:	
универсальных блоков нелинейной функции от одной переменной	6
блоков перемножения двух переменных	6
Мощность, потребляемая от однофазной сети 220 в, 50 гц	около 130 вт
Площадь, занимаемая установкой на столе	0,3 м ²
Вес установки (без источников питания)	около 35 кг



Составитель Г. М. Петров

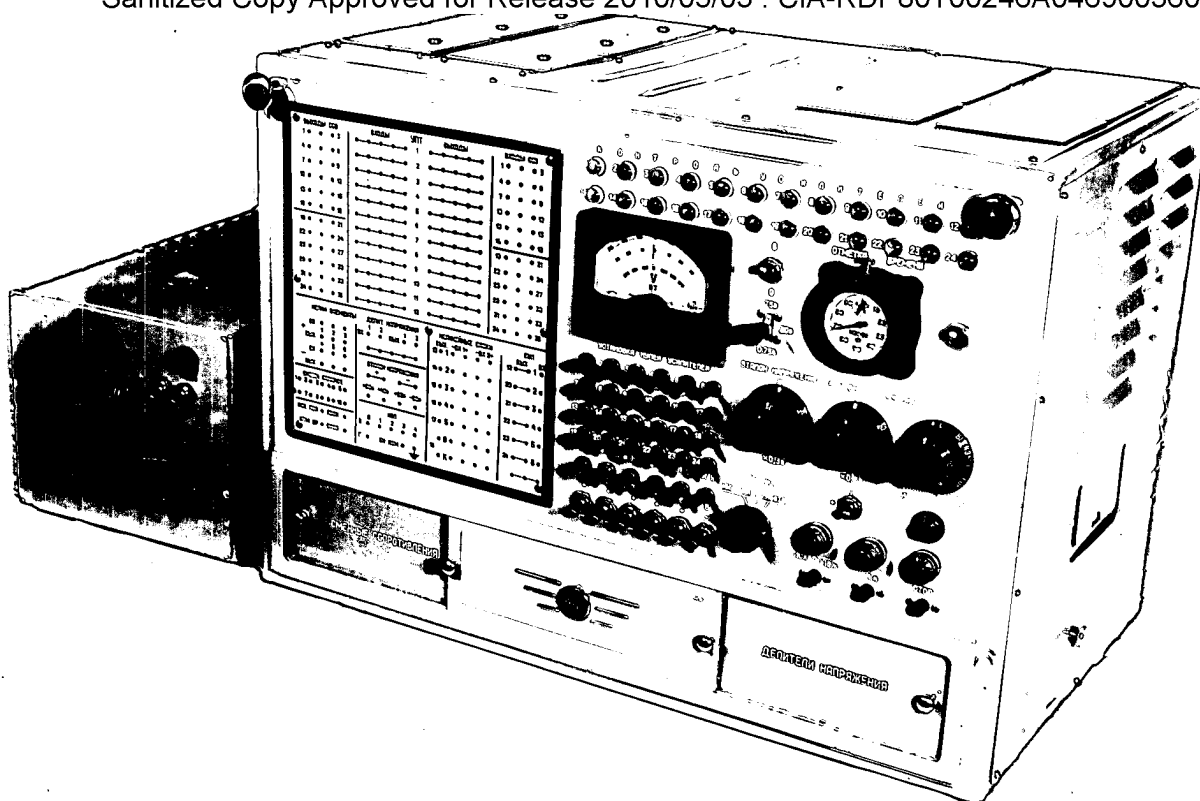
Редактор В. Б. Ушаков

Технический редактор Ц. Я. Киржнер Корректор Н. П. Лаврова

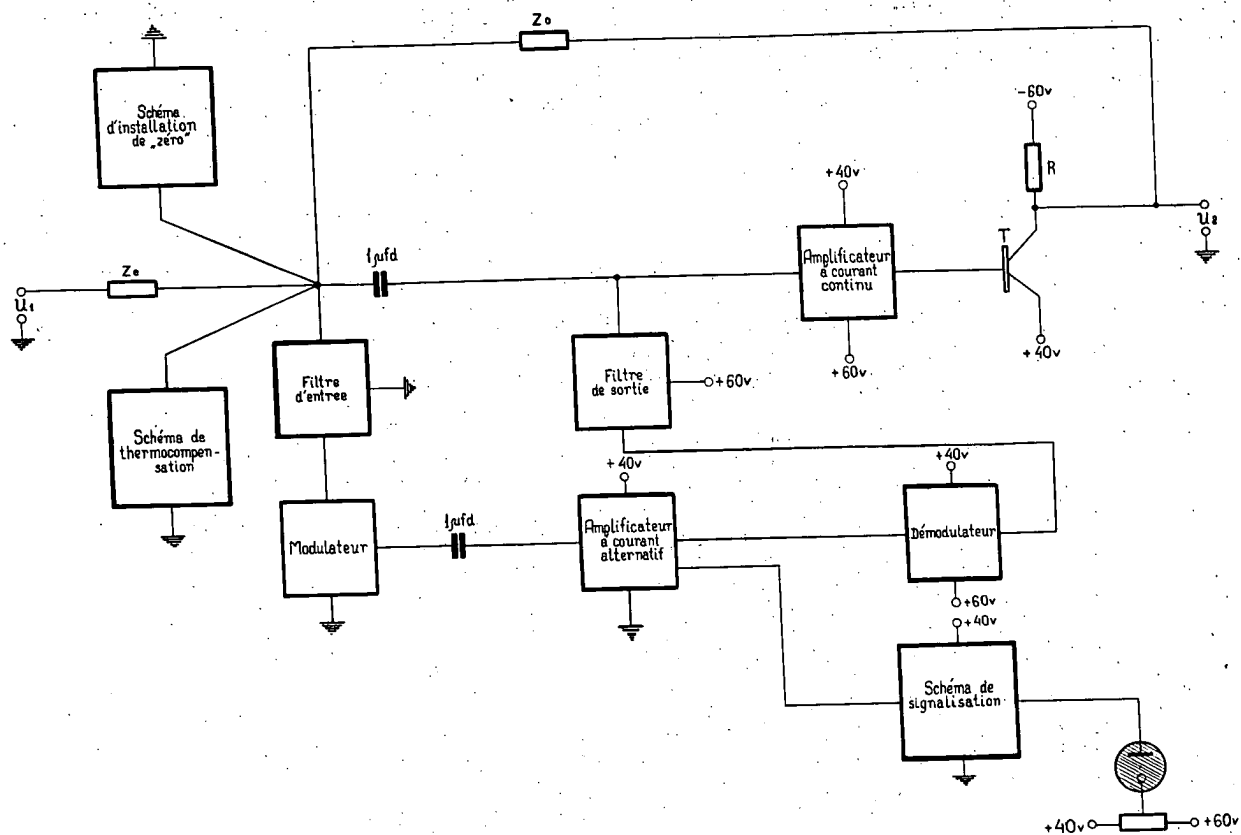
Л98756. Подп. к печ. 25/IV-1958 г. Ф. 70 × 108¹/₁₆. Объем усл. п. л. 3000 з. 12489

Серпуховская типография

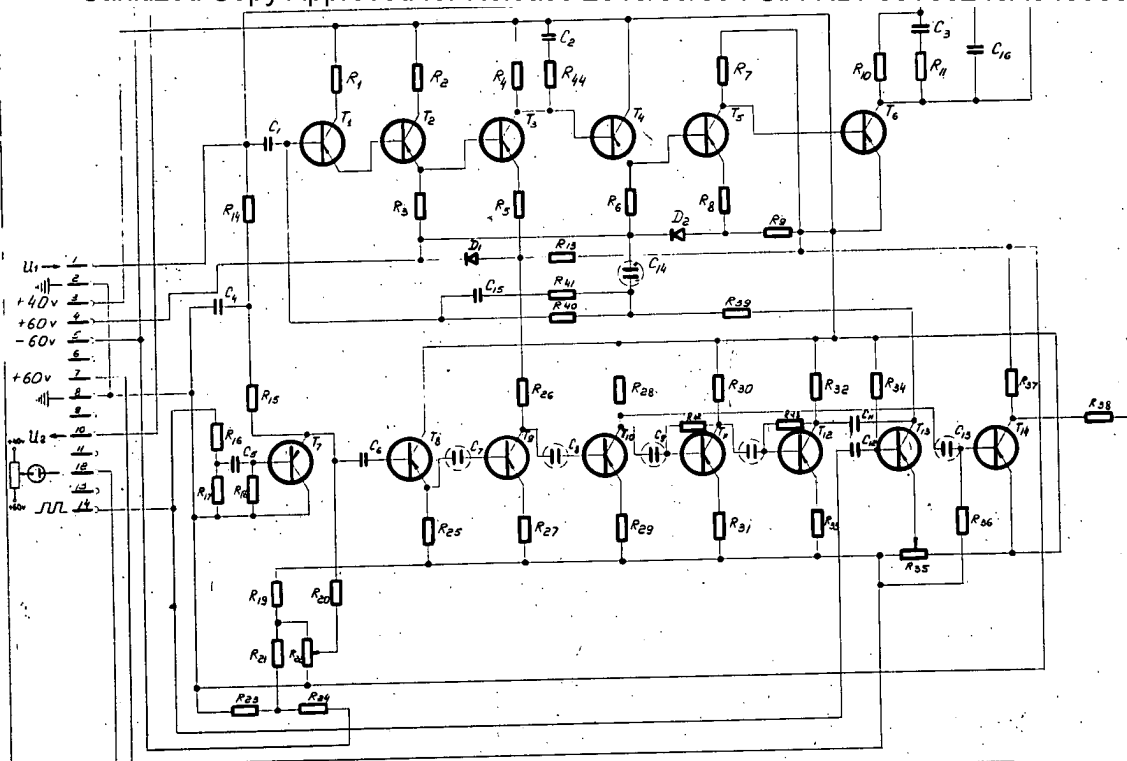
Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2



Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

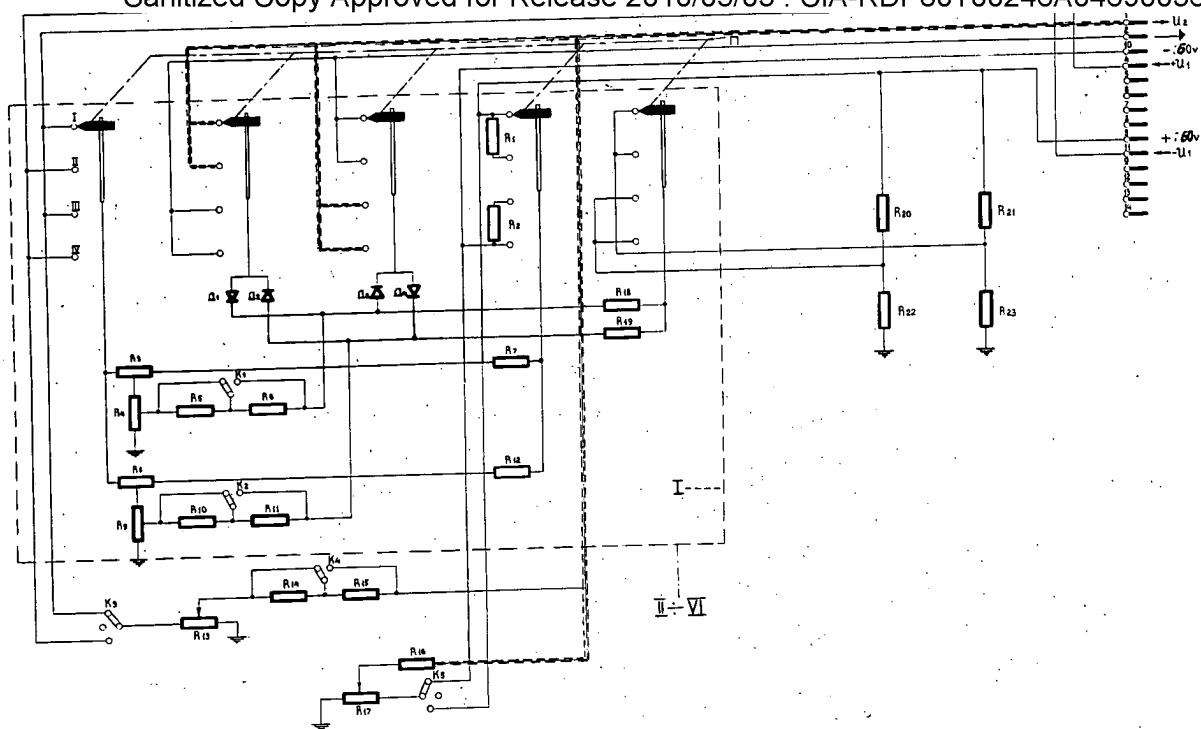


Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2



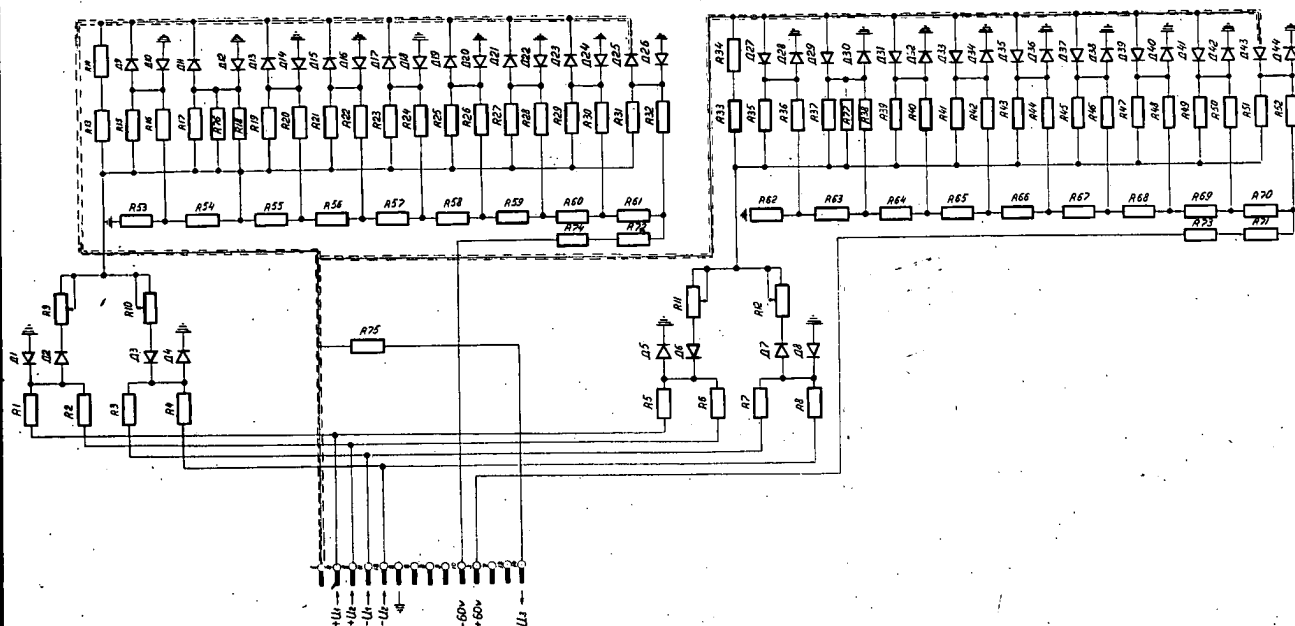
Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

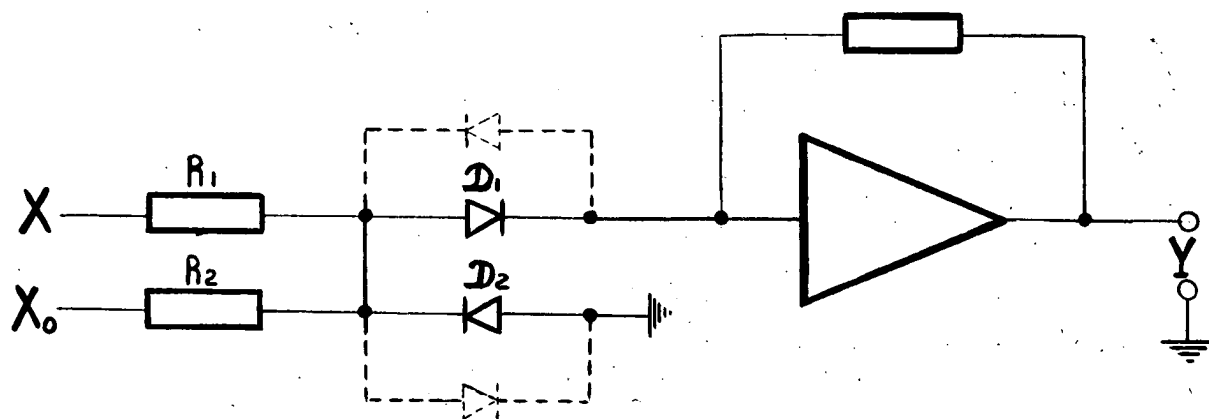


Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

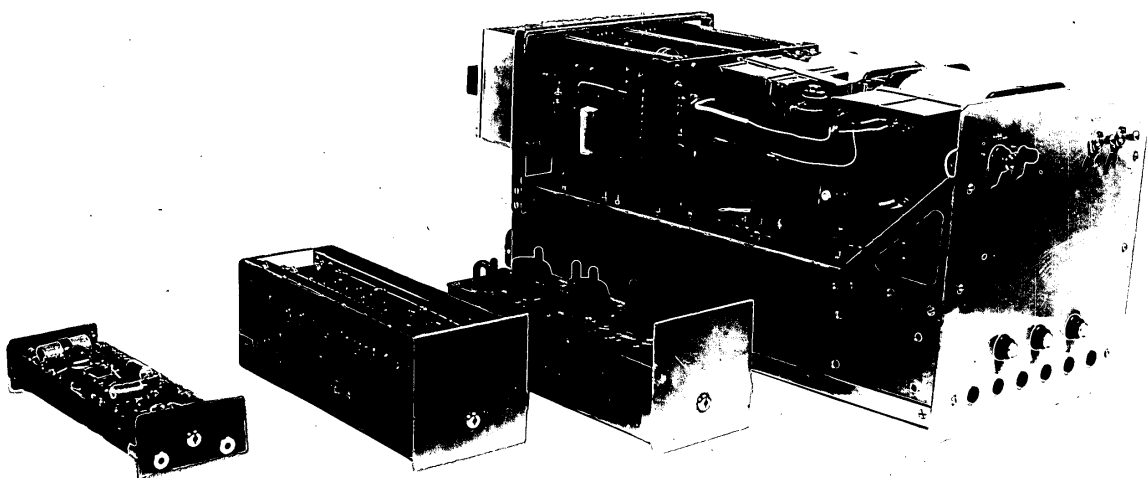


Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

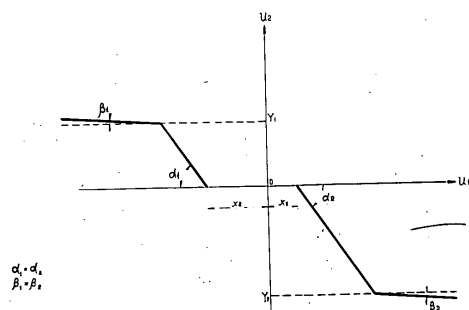
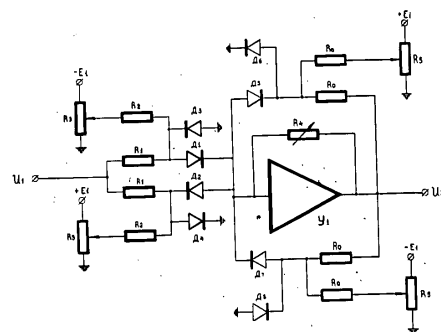
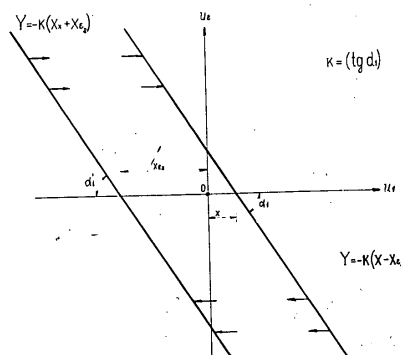
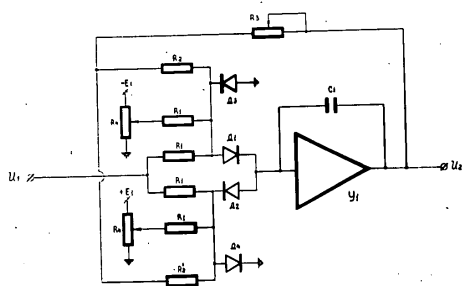


Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2

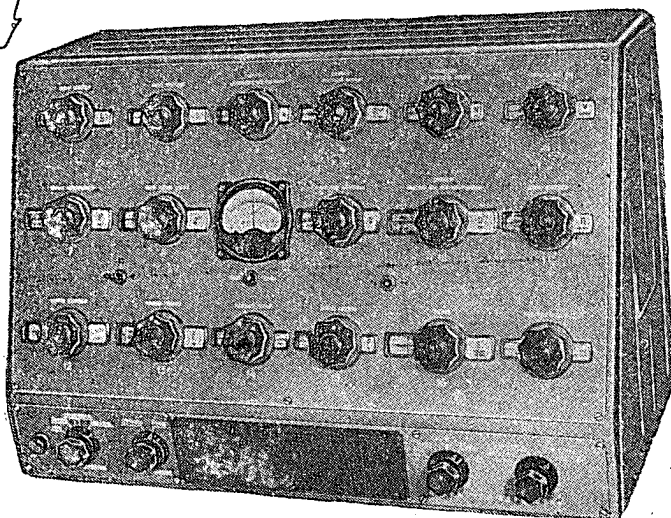


Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/03 : CIA-RDP80T00246A046900360001-2



Госплан СССР
*
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ

Приборы и средства автоматизации НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ



ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ
ВПРР-2

ЦЕНТРАЛЬНОЕ БЮРО ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ · МОСКВА

Производительность металлорежущих станков в значительной степени определяется тем, насколько правильно назначены режимы обработки на них. При правильно назначенном режиме должны быть полностью использованы средства обработки (станок и инструмент) с учетом прочности детали и заданной чистоты обработки. В большинстве случаев наивыгоднейшие (оптимальные) режимы обработки по станку, инструменту и прочности детали не совпадают между собой. В связи с этим выбор и назначение режимов резания сводится к такой задаче, при которой сначала должен быть найден лимитирующий параметр, а после этого вычислены данные для режима обработки.

Решение указанной выше задачи связано с большим объемом вычислений. Иногда приходится иметь дело с 20-ю и более изменяемыми параметрами, вследствие чего на практике обычно пользуются упрощенными таблицами. Эти таблицы не всегда дают требуемый результат вследствие различных отступлений фактических параметров обработки от тех, которые были приняты при составлении таблиц, а это приводит к снижению производительности труда. В НИИсчегмаше был разработан вычислительный прибор,* предназначенный для вычисления наилучших (оптимальных) параметров режимов резания при выполнении основных, наиболее массовых видов обработки металлов, т. е. при точении, фрезеровании и сверлении.

Кроме того, этот прибор может быть использован для технического нормирования и проведения исследовательских работ в лабораториях резания.

На стр. 5 приводятся формулы, по которым на приборе могут быть определены соответствующие значения режимов резания. Для удобства пользования формулы сгруппированы по видам обработки и разрешены в отношении тех параметров, которые либо влияют на уменьшение времени обработки, либо чаще всего определяются при вычислениях.

Величины, упоминающиеся в таблице имеют следующие пределы изменения.

L — длина прохода при обработке	$1 \div 10^5$ мм
i — число проходов	$1 \div 10$
k — коэффициент, характеризующий геометрические размеры инструмента	$10^{-1} \div 10$
$2M$ — двойной крутящий момент	$10^2 \div 10^7$ кг. мм
N — мощность на шпинделе станка	$10^{-1} \div 10^2$ л.с.

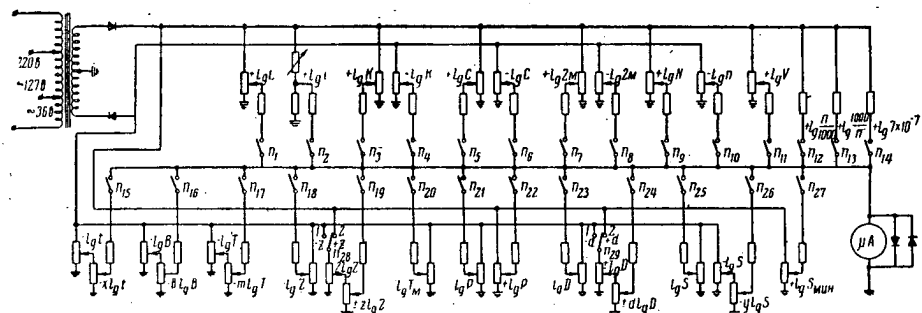
* Математические зависимости, реализуемые прибором, и пределы изменения переменных величин составлены д-ром техн. наук А. В. Панкиным и канд. техн. наук Д. Т. Васильевым. Схема, положенная в основу прибора, предложена канд. техн. наук Л. Н. Фицнером.

v — скорость резания	$1 \div 10^4$ м/мин
B — ширина фрезерования	$1 \div 10^3$ мм
b — эмпирически выбираемый показатель степени при B	$0 \div 2$
Z — число зубьев фрезы	$1 \div 10^2$
z — эмпирически выбранный показатель степени при Z	$+2 \div -2$
C — коэффициент, характеризующий материал заготовки	$10^5 \div 10^{-5}$
D — диаметр изделия или режущего инструмента	$1 \div 10^4$ мм
d — эмпирически выбранный показатель степени при D	$+2 \div -2$
n — число оборотов шпинделя в минуту	$10^{-1} \div 10^4$ об/мин.
T — период стойкости инструмента	$1 \div 10^3$ мин.
m — эмпирически выбранный показатель степени при T	$0 \div 1$
t — глубина резания	$10^{-1} \div 10^2$ мм
x — эмпирический показатель степени при t	$0 \div 1$
$T_{\text{маш}}$ — машинное время	$10^{-1} \div 10^4$ мин.
P — усилие резания	$10^{-1} \div 10^5$ кг
S — подача	$10^{-3} \div 10^{\frac{\text{мм}}{\text{обор.}}}$ или $\frac{\text{мм}}{\text{зуб.}}$
y — эмпирически выбранный показатель степени при S	$0 \div 2$
$S_{\text{мин}}$ — минутная подача	$1 \div 10^4$ мм/мин

На приборе ВПРР-2 производят вычисления по любой из приведенных выше формул; при этом может быть определена любая из величин, входящих в формулу.

Результаты вычислений остаются (запоминаются) на приборе, что позволяет быстро перейти к вычислению по следующей формуле без новой установки полученных или заданных ранее величин.

Принципиальная схема прибора ВПРР-2 приведена на рисунке.



Принципиальная схема прибора ВПРР-2

Как видно из схемы, этот прибор работает по компенсационному методу. Все потенциометры, на которых устанавливаются заданные величины, а также определяемая величина, связаны через соответствующие сопротивления с гальванометром. Токи, проходящие через сопротивления, подключенные к движкам потенциометров, суммируются в цепи гальванометра. Установка стрелки гальванометра на нуль показывает на достижение момента полной компенсации в электрической схеме. Вращением рукоятки потенциометра той величины, которая должна быть определена, достигается отсутствие

Наименование определяемого параметра	Ограничение	Вид обработки		
		точение	фрезерование	сверление
Подача по станку	по P_{max}	$S_y = \frac{P}{K_p \cdot C_p \cdot t^x}$	$S_y = \frac{P \cdot D^d}{K_p \cdot C_p \cdot B^b \cdot z \cdot t^x}$	$S_y = \frac{P \cdot L^d}{K_p \cdot C_p}$
Число оборотов		$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot P \cdot D}$	$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot P \cdot D}$	$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot P \cdot D}$
Подача по станку	по $2M_{max}$	$S_y = \frac{2M}{K_p \cdot C_p \cdot t^x \cdot D}$	$S_y = \frac{2M \cdot D^d}{K_p \cdot C_p \cdot D \cdot B^b \cdot Z \cdot t^x}$	$S_y = \frac{M \cdot D^d}{K_p \cdot C_p \cdot D}$
Число оборотов		$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot 2M}$	$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot 2M}$	$n = \frac{N}{7 \cdot 10^{-7} \cdot M}$
Подача по режущему инструменту		$S_y = \frac{1000 \cdot K_v \cdot C_v}{T^m \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot t^x}$	$S_y = \frac{1000 \cdot K_v \cdot C_v \cdot D^{d1}}{T^m \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot B^b \cdot Z^z \cdot t^x}$	$S_y = \frac{1000 \cdot K_v \cdot C_v \cdot L^d}{T^m \cdot \pi \cdot D \cdot n}$
Подача по прочности сверла				$S = C \cdot L^{d4}$
Машинное время		$T_{маш} = \frac{L \cdot t}{n \cdot S}$	$T_{маш} = \frac{L \cdot t}{n \cdot S \cdot Z}$	$T_{маш} = \frac{L}{n \cdot S}$
Скорость резания		$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$
Минутная подача			$S_{мин} = n \cdot S \cdot Z$	
Двойной крутящий момент		$2M = p \cdot D$	$2M = p \cdot D$	$2M = p \cdot D$

тока в гальванометре. Такое положение движка потенциометра определяемой величины соответствует по шкале искомому значению параметра.

Шкалы потенциометров, т. к. потенциометры линейные, выполнены по логарифмическому закону с учетом влияния нагрузки, включенной на движки потенциометров.

Питание схемы прибора осуществляется от двух однополупериодных выпрямителей на полупроводниковых диодах, дающих на выходе напряжения, равные по абсолютной величине и разные по знаку (+Е и -Е). Для уменьшения погрешности прибора, при изменении нагрузки на одном из выпрямителей другой — получает такую же нагрузку.

Для повышения точности прибора диапазон каждой величины разбит на поддиапазоны. Изменение величины внутри поддиапазона осуществляется потенциометром, а величина, соответствующая началу поддиапазона, устанавливается с помощью постоянных сопротивлений и переключателей. Все основные сопротивления — проводочные, с допуском $\pm 0,1\%$, что обеспечивает требуемую точность вычислений.

Гальванометр защищен от перегрузки двумя кремниевыми диодами, шунтирующими прибор.

Прибор безламповый, переносный. Потенциометры и переключатели, относящиеся к одноименной величине, смонтированы в виде отдельного самостоятельного узла. Для перехода при вычислениях с одной формулы на другую или с одного вида обработки на другой установлены специальные переключатели.

Для удобства пользования все рукоятки величин, которые чаще всего определяются, расположены на периферии лицевой панели.

Прибор снабжен специальной таблицей, в которой указано, какими рукоятками следует пользоваться при вычислениях по той или иной формуле.

Благодаря простоте конструкции и специальным мерам, принятым при разработке прибора, последний весьма надежен и прост в эксплуатации, вследствие чего может быть использован цеховым персоналом.

Прибор имеет следующие технические характеристики.

Число переменных величин 23.

Точность вычислений $\pm 5\%$.

Прибор рассчитан на питание переменным током частотой 50 гц, напряжением 220, 127 или 36 в. Потребляемая мощность около 60 ватт.

Габарит $640 \times 280 \times 430$ мм.

Вес около 25 кг.

При пользовании прибором ВППР-2 необходимо соблюдать следующее:

1) перед включением прибора в сеть нужно убедиться, что положение переключающей колодки соответствует подключаемому напряжению (220, 127 или 36 в);

2) убедившись, что тумблер гальванометра установлен в положение „грубо“, включить прибор. Переключатель „вид обработки“ перевести из положения „откл.“ в требуемое положение по виду обработки: „точение“, „фрезерование“ или „сверление“. При переводе переключателя из положения „откл.“ в другое положение должна зажечься сигнальная лампочка. В случае, если лампочка не загорается, требуется убедиться в ее исправности или проверить исправность предохранителя. Неисправный предохранитель заменить новым (на соответствующий ток) и вновь включить прибор. При

перегорании предохранителя выявить причину неисправности, устранить ее, после чего снова включить прибор;

3) в зависимости от того, с каким ограничением определяются параметры обработки, переключатель „ограничение“ установить в положение „ $2M_{\text{макс}}$ “ или „ $P_{\text{макс}}$ “;

4) при определении величин $2M$, P , $S_{\text{мин}}$, V и $T_{\text{маш}}$ первый переключатель „параметры обработки“ установить в соответствующее положение по шкалам потенциометров и переключателей в соответствии с таблицей, укрепленной на лицевой панели прибора, и задаваемыми значениями, установить известные величины, входящие в данную формулу и, вращая рукоятку потенциометра определяемой величины, добиться нулевого положения стрелки гальванометра, сначала при положении его тумблера „грубо“, а затем „точно“; произвести по шкале потенциометра искомой величины отсчет ее значения;

5) при определении числа оборотов (n) и величины подачи (S) по „прочности сверла“, по „инструменту“, по „станку“, первый переключатель „параметры обработки“ установить в крайнее правое положение, а второй переключатель — на соответствующее положение (в соответствии с имеющимися у него обозначениями). После этого установить по шкалам потенциометров заданные величины и действовать так же, как это было указано в пункте „г“.

Примечания. 1. Для установки необходимых знаков величин z и d следует пользоваться соответствующими тумблерами.

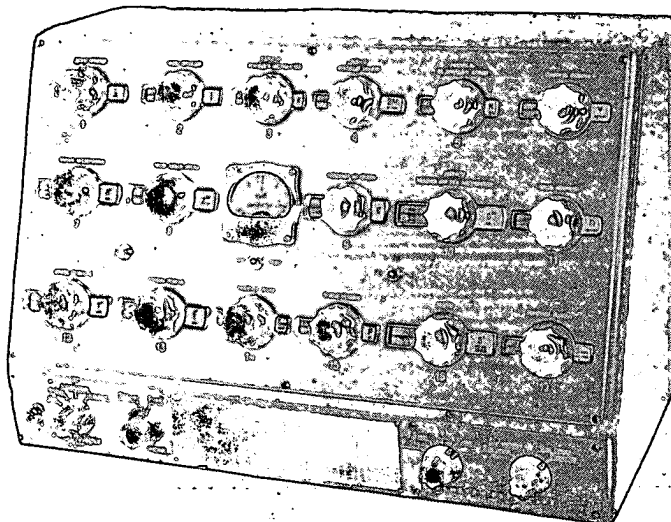
2. На шкалах потенциометров число целых единиц параметра отделяется дополнительной заслонкой.
3. Передвижение шкал величин основания числа осуществляется рукояткой потенциометра с меньшим диаметром при ее нижнем положении, а шкалы показателя степени — той же рукояткой при ее верхнем положении. Шкалы показателей степеней всегда меньшего диаметра, чем шкалы величин основания.
4. Рукояткой большого диаметра устанавливаются множители и запятая числа;

6) при работе на приборе следует помнить, что точность получаемого решения зависит от тщательности установки величин по шкалам потенциометров и от тщательности проведенной компенсации схемы прибора.

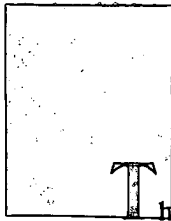


Составители канд. техн. наук П. Н. Копай-Гора и Г. А. Сторожкин
Редактор В. Б. Ушаков
Технический редактор Ц. Я. Киржнер Корректор Н. П. Лаврова

Издано в 1974 г. в 10 экз. Цена 10 коп. в пер. 15 коп.
Специальная литература



CUTTING RATINGS COMPUTER TYPE BHPP-2



The BIIPP-2 computer is designed for determination of cutting ratings of turning lathes, milling and boring machines.

Cutting ratings are determined by several equations which include 23 values (tool strength, lathe power, lathe spindle speed, rate of feed, geometric sizes of work, work material characteristics, etc.) affecting the cutting ratings.

The instrument employs the compensation principle of operation.

All operations in the instrument are made not with values themselves but with their logarithms. This simplifies the problem and allows to fulfill all operations by conventional slide-wires.

The absence of electron tubes and complex electro-mechanical devices provides simplicity and reliability of the instrument.

The adjustment of the computer to corresponding type of part machining (turning, boring or milling) is made by a switch. The time required for determination of optimum cutting ratings and other values (machine time, cutting rate, etc.) is about two-three minutes.

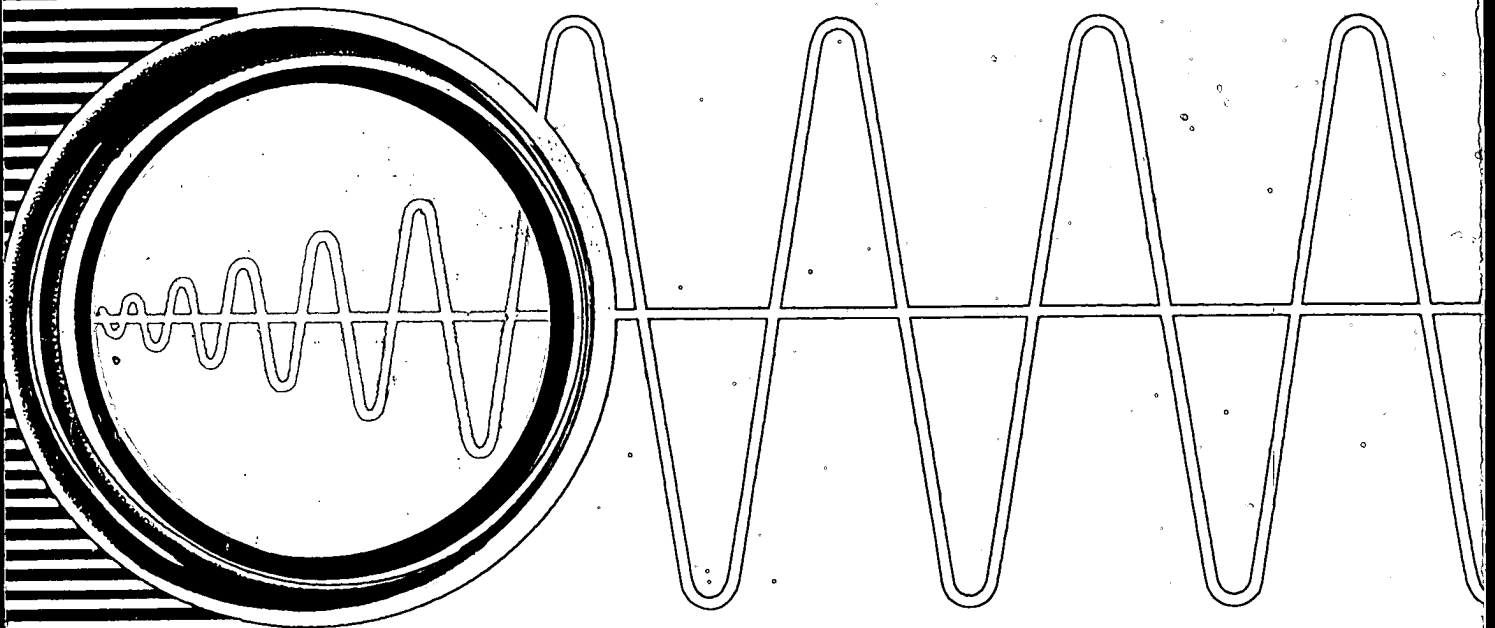
The instrument may be used by technologists in metal-working shops for technical rating and research work.

Main Technical Data

Number of variables	23
Accuracy of computing	up to 5^0
Power supply	127 or 220 V, 50 cps (Mains voltage fluctuations of $\pm 30^0$ do not affect the accuracy of the instrument).
Power consumption	120W

Printed in Soviet Union

ЭЛЕКТРОННЫЕ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
машины
Приборы
ИНФРАНИЗКОГО
ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ



ГЛАВНИЙ ПРОЕКТ
при ГОСПЛАНе СССР

• НИИ СЧЕТМАШ •

ЭЛЕКТРОННЫЕ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
МАШИНЫ
•
ПРИБОРЫ
ИНФРАНИЗКОГО
ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

КАТАЛОГ

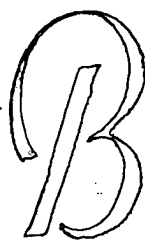
*

ЦНИИКА

ЦЕНТРАЛЬНОЕ БЮРО ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

*Каталог составлен Е. Н. РАДЗИВИЛОВЫМ при участии
В. С. АНТОНОВА (машина «Урал»).*
Редактор канд. техн. наук В. Б. УШАКОВ

П Р Е Д И С Л О В И Е



КАТАЛОГЕ дается описание математических машин и приборов отечественного производства, применение которых является одним из важнейших факторов, способствующих быстрому прогрессу в различных областях науки и техники. По характеру своего назначения они подразделяются на 6 групп.

- I. Аналоговые математические машины общего применения.
- II. Дополнительная аппаратура, расширяющая возможности аналоговых математических машин.
- III. Универсальные цифровые машины.
- IV. Регистрирующие приборы и индикаторы.
- V. Приборы инфранизкого диапазона частот.
- VI. Вычислители рабочих режимов.

Важную и наиболее распространенную группу среди математических машин у нас составляют аналоговые математические машины общего применения, разработанные специалистами отечественного счетно-математического машиностроения.

Машины этой группы характерны тем, что параметры исследуемых реальных устройств или процессов представляются такими физическими величинами, как, например, электрическое напряжение или механическое перемещение.

Основные математические операции: интегрирование, дифференцирование, суммирование, умножение, деление и др. осуществляются в этих машинах непрерывными методами, что существенно упрощает подготовку данных для ввода в машину и вывод полученного в ней результата.

Использование в схемах таких машин усилителей постоянного тока, работающих в режимах линейных или нелинейных глубоких отрицательных обратных связей, обеспечило огромное быстродействие их, еще недоступное в настоящее время для других классов математических машин. Благодаря этому электронные аналоговые математические машины в настоящее время используются для моделирования в натуральном масштабе времени различных динамических систем и их отдельных частей; при этом математическая машина применяется не только для решения той или иной системы уравнений математической физики, но и может включаться в совместную работу с конкретными техническими объектами или приборами для управления ими.

Переход от природы к моделирующей ее схеме базируется при этом на тождестве уравнений, описывающих явления и процессы в природе, и уравнений, которые описывают переходные процессы в схеме аналоговой математической машины. Рассматривая распределение напряжений в моделирующей схеме и наблюдая за их изменениями во времени, можно таким способом в лабораторных условиях исследовать явления и процессы, протекающие в природе (например, условия полета современного самолета, движения ракеты и т. п.).

Аналоговые математические машины обеспечивают решение многих задач, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, дифференциальными уравнениями в частных производных, алгебраическими уравнениями и др.

Однако наибольшее распространение в настоящее время имеют машины, предназначенные для решения задач, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, т. е. последние относятся к движению в пространстве различных тел и механизмов, а также к перемещению вещества между различными объемами. К машинам этой группы относятся установки ИПТ-5, МПТ-9, МПТ-11М, МН-1, МН-7, МН-8, МН-М.

Менее распространены среди аналоговых математических машин такие, которые предназначены для решения задач, связанных с распространением в пространственной среде тепла, жидкости, электромагнитных полей, механических напряжений и т. п. Эти машины решают дифференциальные уравнения в частных производных. К ним относятся, в частности, электроинтегратор-сетка ЭИ-12.

К машинам, решающим системы линейных алгебраических уравнений с постоянными коэффициентами, относится установка МЛ-2.

Для существенного расширения области применения перечисленных в каталоге аналоговых математических машин имеется дополнительная аппаратура, к которой относятся комплект и набор нелинейных блоков (КНБ и ННБ), блок регистрации и воспроизведения (БРВ), одностепенный электромеханический динамический блок (ЭДБ-1), электронно-лучевой минимизатор (ЭЛМ) и блок постоянного запаздывания (БПЗ-1). Из вычислителей рабочих режимов здесь освещается универсальный прибор ВПРР-2, применяемый для определения режимов резания металлов.

Результатом решения задачи на электрической аналоговой математической машине являются электрические напряжения на ее выходах. Эти напряжения можно наблюдать и замерять при помощи измерительных приборов и индикаторов, зафиксировать при помощи осциллографа на пленке или бумаге, записать на электронном потенциометре или на каком-либо другом регистрирующем приборе. Наша промышленность для этой цели изготовляет серийно ряд электронных индикаторов и регистрирующих приборов, часть которых освещается в IV разделе данного каталога.

Отдельно в каталоге дается описание приборов инфранизкого диапазона частот. Нашей промышленностью выпускается комплект этих приборов, который предназначен для снятия частотной и переходной динамических характеристик систем автоматического регулирования или их отдельных частей. Кроме того, при помощи этих приборов можно производить различные измерения в диапазоне частот между нулем и нижней границей звукового диапазона, т. е. практически от 0,01 гц до десятков герц.

Снимаемые при помощи этого комплекта приборов данные позволяют выбирать наилучшие характеристики для систем автоматического регулирования и следящих систем.

В комплект приборов входят: фазометр-частотомер НФ-2, генератор периодических колебаний НГПК-2, двойной пиковый вольтметр ДПВ-1М, компенсационный выпрямитель КВ-2 и электронно-стабилизированный выпрямитель ЭСВ-1М.

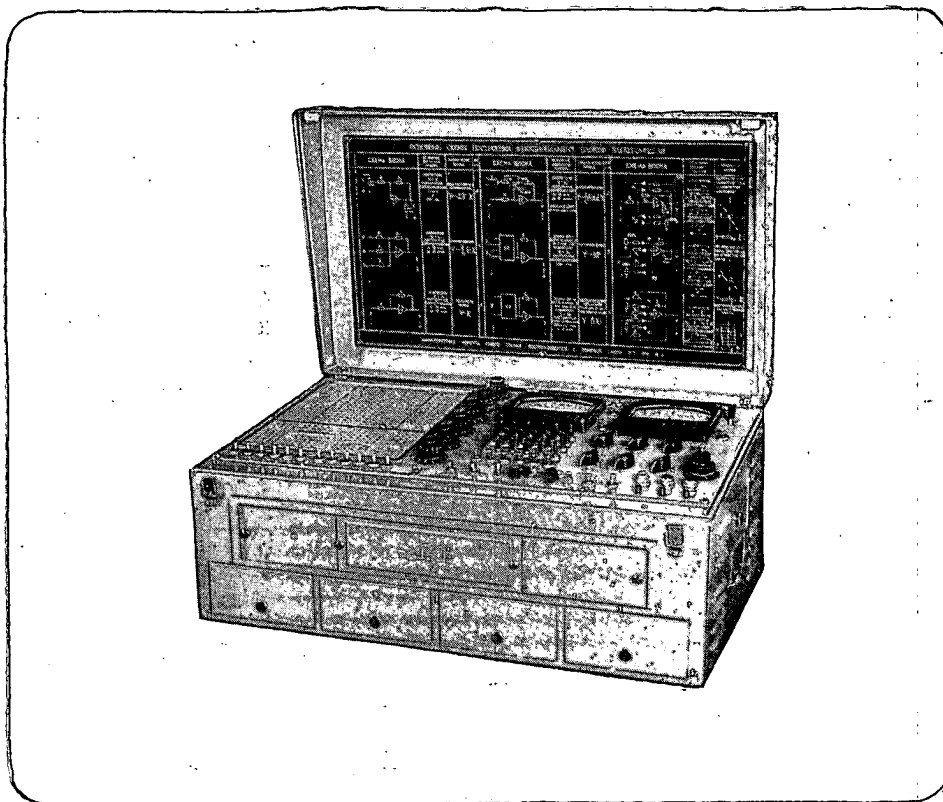
Универсальные цифровые машины, имеющие большое значение и являющиеся весьма ценными при точных расчетах, в каталоге представлены описанием машины «Урал».

Математические машины, перечисленные в каталоге, могут широко применяться для решения многих инженерных и физических задач, возникающих при создании новых машин и агрегатов; а также для разработки приборов и систем автоматического управления различными производственными процессами. Автоматические регуляторы, построенные с использованием блоков таких машин, могут найти ценное и разнообразное применение.

Математические машины облегчают умственный труд людей, улучшают условия труда и повышают его производительность.

Эффективное применение аналоговых математических машин в ряде ведущих исследовательских учреждений нашей страны уже сэкономило много государственных средств и времени и существенно облегчило и ускорило завершение значительного числа чрезвычайно важных исследований. Поэтому следует пожелать еще более широкого применения перечисленной в каталоге аппаратуры в научной и производственной деятельности в различных областях народного хозяйства страны.

*По вопросу оформления заказов обращаться в Глав-
приборбыт Госплана СССР, г. Москва, пл. Ногина, 4.*



АНАЛОГОВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА ИПТ-5

Электронная моделирующая установка ИПТ-5 является аналоговой математической машиной структурного типа, предназначенной для лабораторных исследований объектов и систем, динамика которых описывается обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями с постоянными и переменными коэффициентами вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^9 a_{ij}(t) x_j + f_i(t),$$

где: $i=1,2,\dots,9$; x_i, x_j — искомые функции времени t ; $a_{ij}(t)$; $f(t)$ — переменные коэффициенты и возмущающие воздействия.

Машина конструктивно выполнена в виде комплекта небольших и легко транспортируемых отдельных блоков.

Основным элементом схемы ИПТ-5 являются трехкаскадные усилители постоянного тока, имеющие следующие данные: статический коэффициент усиления около 40 000; полосу пропускания, при наличии обратной связи, около 150 гц; дрейф «нуля», приведенный ко входу усилителя, 2—3 мв за 10 мин. Блоки переменных коэффициентов построены на секционных проволочных делителях напряжения и шаговых искателях. Заданные функции времени аппроксимируются при этом ступенчатыми кривыми с постоянным шагом по оси абсцисс, равным 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 или 1,5 сек.

Постоянные коэффициенты задаются на блоках делителей напряжения трехзначным десятичным числом в диапазоне от 0 до 1.

Процесс интегрирования может происходить либо в натуральном, либо в преобразованном (замедленном или ускоренном) масштабах времени.

Машина пригодна для сопряжения и совместной работы в общей схеме с исследуемыми приборами управления или автоматического регулирования.

Схема машины допускает автоматическое повторение решения с наблюдением результатов на трубке электронно-лучевого индикатора, а также фиксацию в необходимые моменты времени искомых переменных в процессе интегрирования с последующим продолжением, по желанию оператора, прерванного процесса решения.

Набор задачи на машине включает в себя подготовку отдельных решающих блоков, установку и набор коэффициентов системы, а также шнуровую коммутацию между входами и выходами решающих блоков в соответствии с видом моделируемой системы.

К машине прилагается комплект аппаратуры для проверки и настройки ее основных блоков.

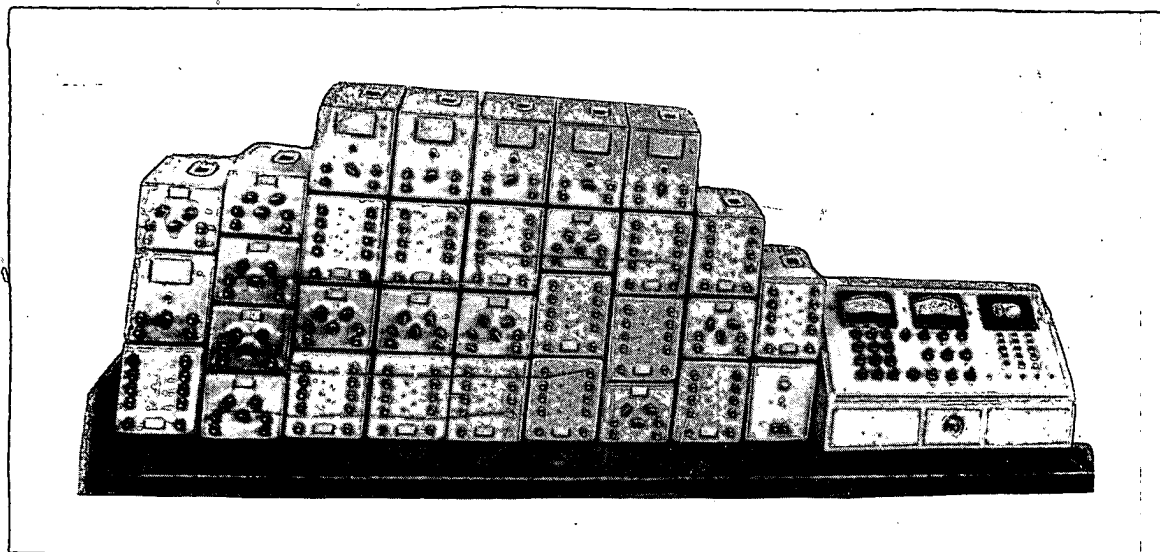
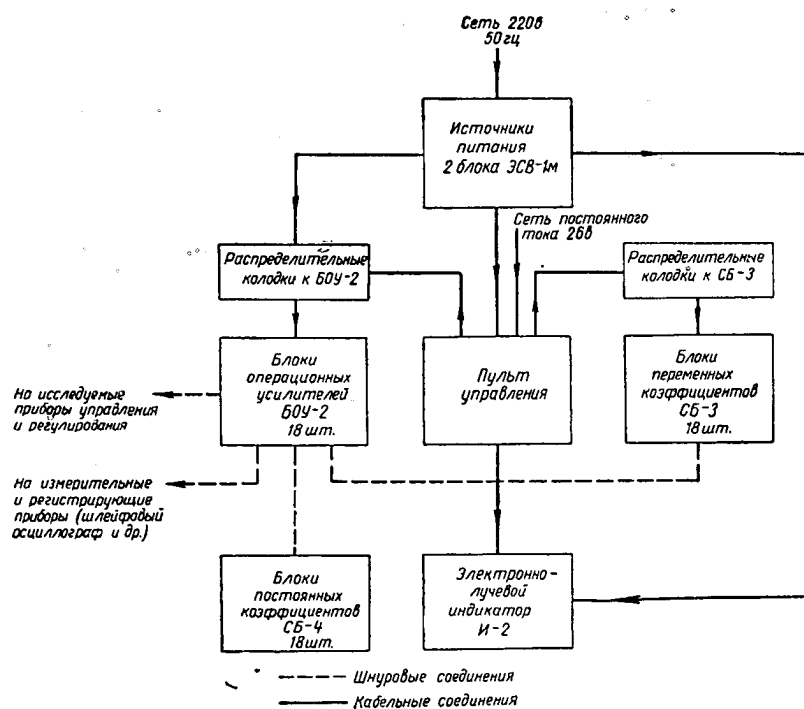
Источниками питания являются два блока типа ЭСВ-1М.

При наличии дополнительного комплекта нелинейных блоков типа КНБ на ИПТ-5 можно решать ряд нелинейных задач.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых дифференциальных уравнений	9
Длительность интегрирования в натуральном масштабе времени при переменных коэффициентах	до 150 сек.
Количество функциональных блоков в машине:	
операционных усилителей	18
переменных коэффициентов	18
постоянных коэффициентов (трехдекадных)	18
Потребляемая мощность:	
от однофазной сети 220 в 50 гц	2 квт
от источников постоянного тока 26 в	20 а
Необходимая площадь для установки комплекта на столе	2000 × 400 мм
Вес комплекта (без источников питания)	около 500 кг

ИПТ-5



ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МПТ-9

Линейная электронная моделирующая установка МПТ-9 является аналоговой математической машиной структурного типа, предназначенной для лабораторных исследований динамики сложных объектов и систем автоматического регулирования и управления, движение которых описывается обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями с постоянными и переменными коэффициентами вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^{16} a_{ij}(t)x_j + f_i(t),$$

где: $i = 1, 2 \dots 16$; x_i , x_j — искомые функции времени t ; $a_{ij}(t)$, $f_i(t)$ — переменные коэффициенты и возмущающие воздействия.

Машина конструктивно выполнена в виде отдельных секций и блоков.

Основным элементом схемы машины является усилитель постоянного тока с автоматической индивидуальной стабилизацией «нуля» при помощи электромеханического вибратора типа ВУ-6,3 завода «Красная Заря». Коэффициент усиления такого усилителя на постоянном токе равен $10 \cdot 10^6$. Дрейф «нуля» усилителя, приведенный ко входу, не превосходит 200 мкв за 10 мин.

Машина допускает аппроксимацию заданных графиков переменных коэффициентов ступенчатыми кривыми, имеющими различные интервалы разбиения по оси времени. Изменение величины этих интервалов осуществляется программным переключением шаговых искателей основных блоков переменных коэффициентов (СБ-5-0) при помощи дополнительных программных блоков (СБ-5-П). Постоянные коэффициенты задаются на делителях напряжения трехзначным десятичным числом в диапазоне от 0 до 1.

Процесс интегрирования может происходить либо в натуральном, либо в пре-

образованном (замедленном или ускоренном) масштабах времени.

Машина пригодна для сопряжения и совместной работы с исследуемыми приборами управления или автоматического регулирования.

Машина может работать как в режиме однократного решения, так и в режиме автоматического повторения решения с индикацией результата на трубке электронно-лучевого индикатора. Имеется также возможность фиксации в необходимые моменты времени искомых переменных интегрирования с последующим продолжением, по желанию оператора, прерванного процесса решения. Регистрация решения производится на соответствующем приборе, не входящем в состав машины (например, на шлейфовом осциллографе, самописце и др.).

Соединения между собой входов и выходов решающих блоков, в соответствии с видом моделируемой системы, производятся шнурами на коммутационном поле машины.

Основные функциональные блоки объединяются в секции по 12 операционных усилителей или блоков переменных коэффициентов каждая. Магазины блоков постоянных коэффициентов также имеют по 12 делителей напряжения.

Точность моделирования зависит от характера исследуемой задачи и в ряде случаев может достигать $1 \div 3\%$.

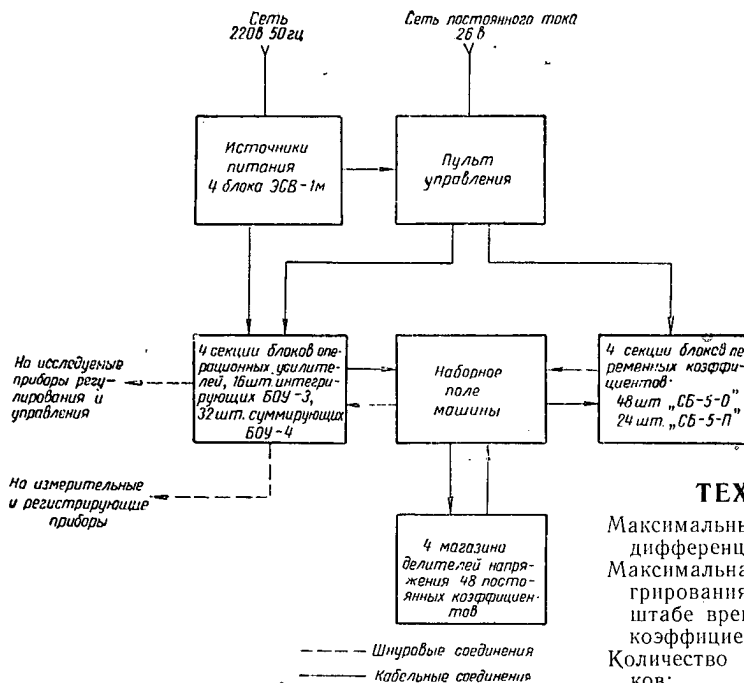
К машине прилагается вспомогательная аппаратура для проверки и настройки ее основных блоков.

Электропитание осуществляется от четырех блоков типа ЭСВ-1М.

С помощью комплекта нелинейных блоков КНБ, на машине МПТ-9 можно решать ряд нелинейных задач.

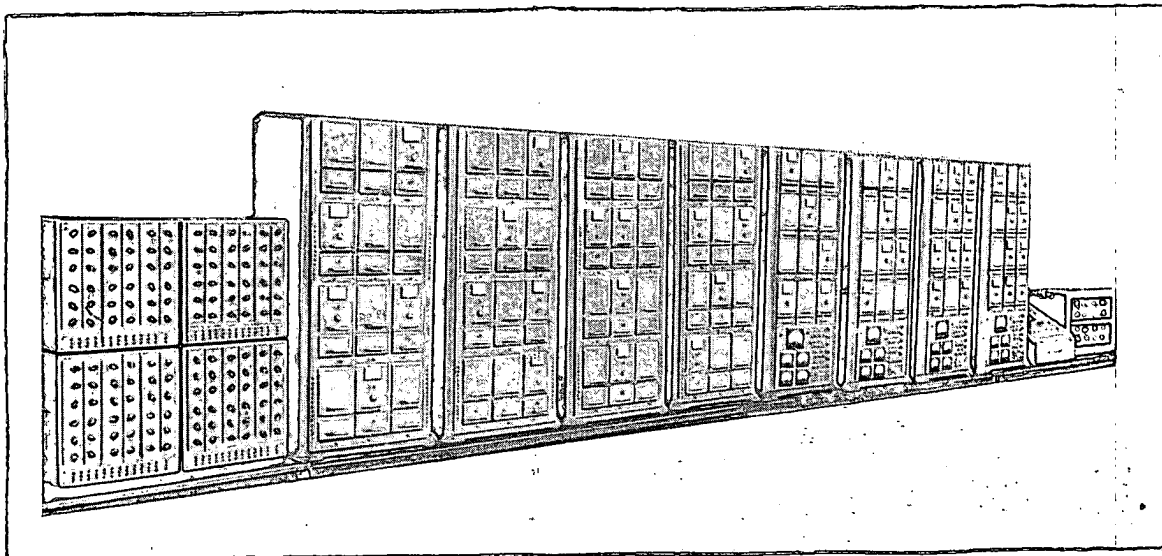
Поставляется как в полном комплекте, так и в виде полукомплекта (МПТ-9М). В этом случае порядок решаемых дифференциальных уравнений уменьшается до 8.

МПТ-9



ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых дифференциальных уравнений	16
Максимальная длительность интегрирования в натуральном масштабе времени при переменных коэффициентах	200 сек.
Количество функциональных блоков:	
операционных усилителей	48
постоянных коэффициентов	48
переменных коэффициентов	48
Потребляемая мощность:	
от однофазной сети 220 в 50 гц	до 5 кват
от источника постоянного тока 26 в	50 в
Необходимая площадь для установки на столе	7000 × 800 мм
Максимальная высота секций	1230 мм
Вес (без источников питания)	около 1800 кг



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БЛОЧНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МПТ-11М

Электро моделирующая установка МПТ-11М является блочной аналоговой математической машиной, предназначенной для исследования объектов, динамика которых описывается нелинейными обыкновенными дифференциальными уравнениями с постоянными и переменными коэффициентами вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_6, t),$$

где $i = 1, 2, \dots, 6$.

В комплект МПТ-11М входят функциональные блоки трех основных групп.

К первой группе относятся решающие блоки усилителей постоянного тока, выполняющие операции суммирования, интегрирования, усиления и инвертирования, а также блоки делителей напряжения. С помощью одного блока операционных усилителей можно осуществлять суммирование до 12 величин с коэффициентом усиления 1, 2, 3, 4, 5, 8 или 10 по каждому входу и последующее интегрирование с масштабными коэффициентами 1 или 10. Значения постоянных коэффициентов задаются в виде трехзначных десятичных чисел в диапазоне от 0 до 1 (через 0,001).

Ко второй группе относятся электромеханические нелинейные блоки со следящей системой на реверсивном шаговом искателе, осуществляющие зависимости вида $U = C\alpha(x_1)x_2$, где $\alpha(x_1)$ — ступенчатая кривая, состоящая из 50 равных интервалов по оси переменной x_1 . В случае, когда

вместо x_1 имеется время t , такой блок реализует график переменного коэффициента.

К третьей группе относятся электронные нелинейные блоки, осуществляющие перемножение двух переменных $U = Cx_1x_2$, или вырабатывающие нелинейные функции от одной переменной $U = Cf(x)$. В последнем случае функция $f(x)$ является кусочно-линейной кривой, состоящей из 12 неравных прямых отрезков.

Процесс интегрирования можно производить либо в натуральном, либо в преобразованном (замедленном или ускоренном) масштабах времени. Режим работы машины позволяет получать решения с индикацией на трубке электронно-лучевого индикатора. Управление работой функциональных блоков производится централизованно с общего пульта управления.

Машина выполнена в виде удобных для транспортирования отдельных блоков, из которых собирается схема в соответствии с моделируемой задачей.

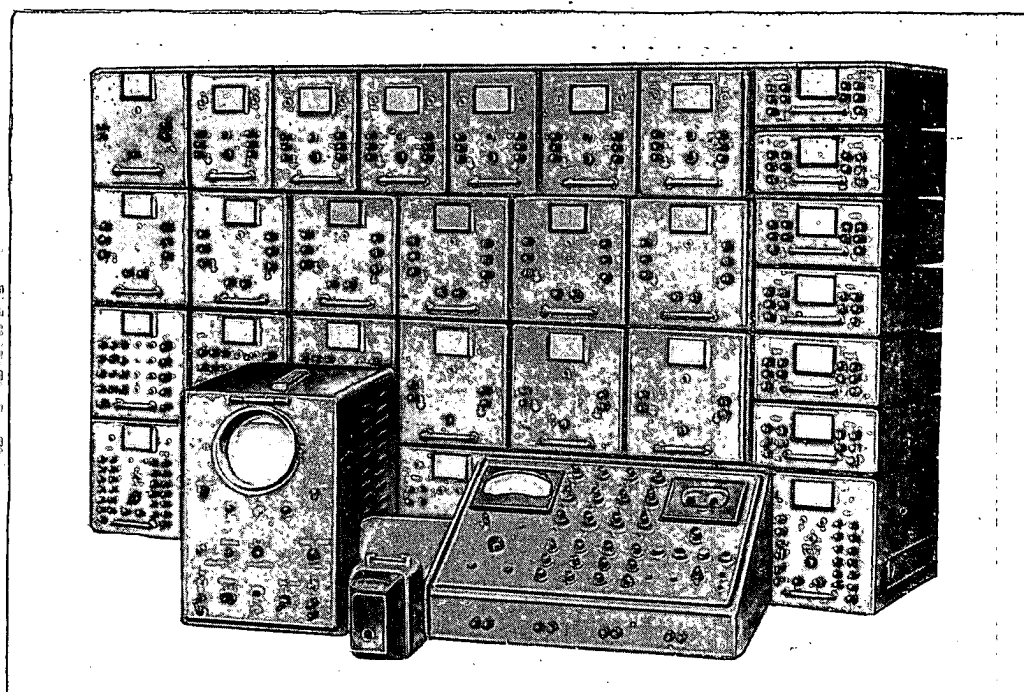
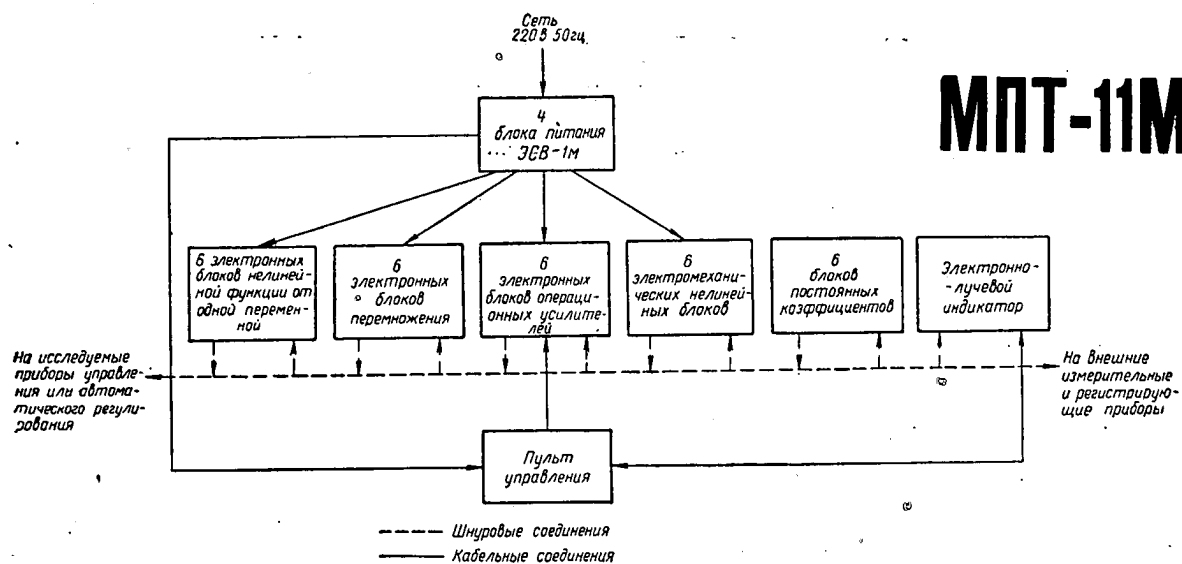
Она пригодна для сопряжения и совместной работы с исследуемыми приборами управления и автоматического регулирования.

Имеет комплект вспомогательной аппаратуры для проверки и настройки ее основных блоков.

Коммутация функциональных блоков между собой осуществляется с помощью шнуров. Для моделирования более сложных задач две машины МПТ-11М могут включаться на параллельную работу.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых дифференциальных уравнений	6
Длительность интегрирования при переменных коэффициентах	до 400 сек
Количество функциональных блоков:	
основных операционных усилителей	6
нелинейных зависимостей (электромеханические блоки)	6
перемножения (электронные блоки)	6
нелинейной функции от одной переменной (электронные блоки)	6
постоянных коэффициентов (делители напряжения)	6 × 4
Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц	6 кВа
Необходимая площадь для установки на столе	4000 × 500 мм
Вес (без источников питания)	350 кг



ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МН-1

Электронная моделирующая установка МН-1 является аналоговой математической машиной структурно-секционного типа и предназначена для моделирования систем обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n, t),$$

где $i = 1, 2, \dots, 12$.

В машине имеются блоки, которые обеспечивают выполнение: до 20 произведений или делений, 11 нелинейных зависимостей функций одной переменной, 15 зависимостей специального вида (люфт, момент сухого трения, ограничение, зона нечувствительности, тригонометрические преобразования, дифференцирование и др.), 36 постоянных и 6 переменных коэффициентов.

Исследование процессов на электромоделлирующей установке МН-1 может осуществляться как в натуральном, так и преобразованном масштабах времени.

Основные блоки являются электронными. Специальные переходные блоки машины (фильтры, мощные усилители) позволяют сопрягать ее с исследуемыми приборами управления или автоматического регулирования.

Набор моделируемой системы уравнений производится в соответствии с блок-схемой решаемой задачи на общем коммутационном поле, которое расположено в секции линейных блоков.

Электромоделлирующая установка МН-1 позволяет, в зависимости от мгновенного значения искомых величин или в зависимости от заданного времени, автоматически осуществлять масштабные преобразования искомых переменных или несколько изменять структуру моделируемой системы (например, увеличивать или уменьшать порядок системы, изменять число нелинейных зависимостей и т. п.).

Машина выполнена в виде 6 отдельных секций, соединенных между собой кабелями.

Секция линейных блоков и управления может применяться самостоятельно в качестве линейной электромоделлирующей установки (МЛ-1) 12 порядка с 36 постоянными и 6 переменными коэффициентами. В состав этой секции входят: 12 интегрирующих усилителей, 24 суммирующих усилителя (16 усилителей с двумя, 4 — с четырьмя и 4 — с восемью входами), 2 усилителя ограничения, 6 блоков переменных коэффициентов, 6 блоков постоянных коэффициентов и электронно-лучевой индикатор.

Секция блоков перемножения и деления содержит 20 электронных устройств, осуществляющих операции перемножения двух переменных величин или деления их произведения на третью переменную величину.

Секция нелинейных блоков содержит 11 нелинейных электронных устройств, предназначенных для воспроизведения нелинейной функции от одной переменной путем кусочно-линейной аппроксимации.

Секция дополнительных блоков содержит следующие нелинейные устройства:

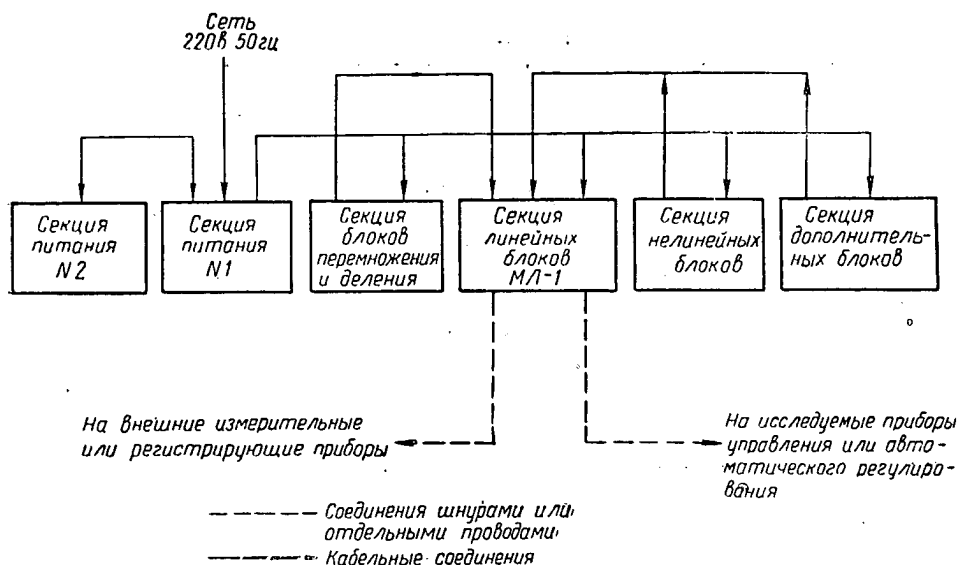
а) 6 блоков функций вида $\sin x$ и $\cos x$;
б) 2 блока люфта для воспроизведения петли гистерезиса с регулированием ширины зоны люфта и коэффициента усиления;

в) 3 блока зоны нечувствительности и ограничения, в которых может меняться ширина зоны нечувствительности и наклон характеристики. Выходное напряжение блока может быть ограничено на любом заданном уровне;

г) 3 дифференциальных блока, осуществляющих дифференцирование с постоянными времени: $T = 1; 0,1$ и $0,01$ сек.;

д) 6 выходных усилителей, которые допускают подключение внешней нагрузки от 1 ком и обеспечивают ток нагрузки до 100 ма;

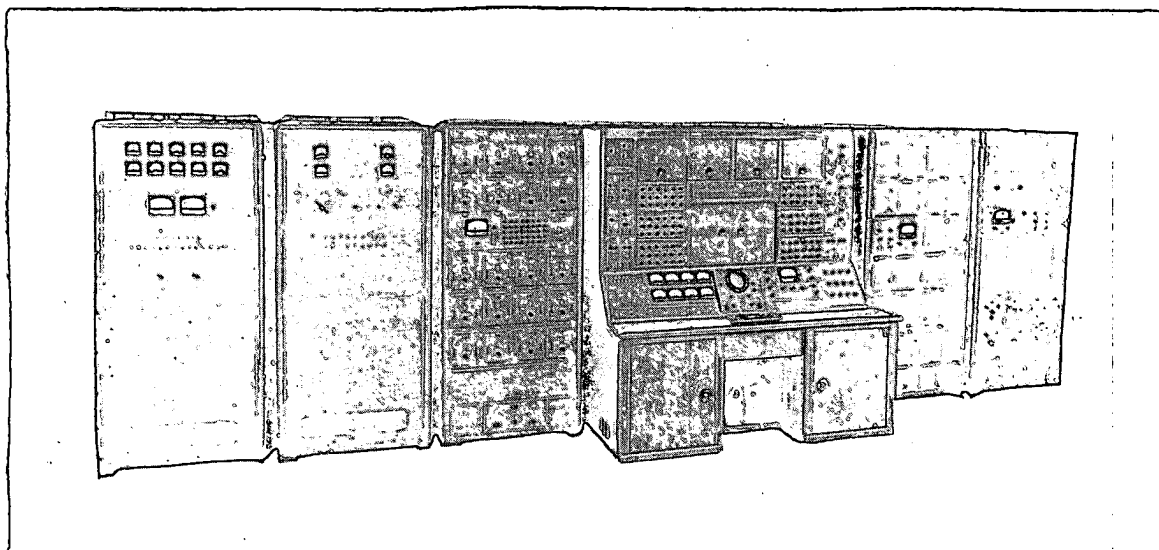
е) 3 блока фильтра для фильтрации фоновой составляющей в полезном сигнале.



MN-1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых дифференциальных уравнений	12
Потребляемая мощность от трехфазной сети 220 в 50 гц	≈ 15 кВа
Необходимая площадь помещения для эксплуатации машины	30 м ²
Вес	около 3000 кг



МАЛОГАБАРИТНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МН-7

Нелинейная электронная моделирующая установка МН-7 является аналоговой математической машиной, предназначенной для исследования динамики систем и объектов автоматического регулирования, движение которых описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями, имеющими небольшое количество нелинейных зависимостей:

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_6, t), \text{ где } i = 1, 2, \dots, 6.$$

Для решения более сложных нелинейных систем возможна параллельная работа двух или более таких установок.

В электромоделирующую установку МН-7 входят: решающий блок, электронно-лучевой индикатор И-5 и блок питания ЭСВ-6.

В решающем блоке имеется 16 усилителей постоянного тока, выполняющих операции интегрирования, дифференцирования, суммирования и масштабных преобразований. Усилители имеют трехкаскадную схему со статическим коэффициентом усиления без обратных связей около 40 000, полосу пропускания при наличии отрицательной обратной связи около 150 гц и дрейф «нуля», приведенный ко входу усилителя, 5 мв за 10 минут. В решающем блоке имеются также восемь диодных элементов, которые при совместном включении с усилителями позволяют моделировать неоднозначные или разрывные функции петли гистерезиса, сухого трения, зоны нечувствительности и т. п.

В комплекте машины имеются блоки перемножения двух переменных (4 шту-

ки) и блоки воспроизведения однозначных нелинейных функций от одной переменной (4 штуки), схемы которых построены на ламповых диодах. Общее количество блоков, которые могут быть включены в схему машины, равно четырем. Погрешность блоков при изменении входных величин с частотами от 0 до 10 гц не превосходит 1% по отношению к шкале 100 в.

Процесс интегрирования может происходить либо в натуральном, либо в преобразованном масштабах времени. Установка может работать совместно с приборами управления или автоматического регулирования исследуемой системы. Длительность процесса интегрирования схемой установки не ограничивается, однако рекомендуемая ее величина составляет около 200 сек.

В машине может осуществляться либо одноразовое решение, либо автоматическое повторение решения. Кроме того, машина имеет схему совпадения, с помощью которой в процессе решения могут производиться: автоматическое сравнение двух переменных, простое изменение в структурной схеме решаемой задачи или же фиксация решения.

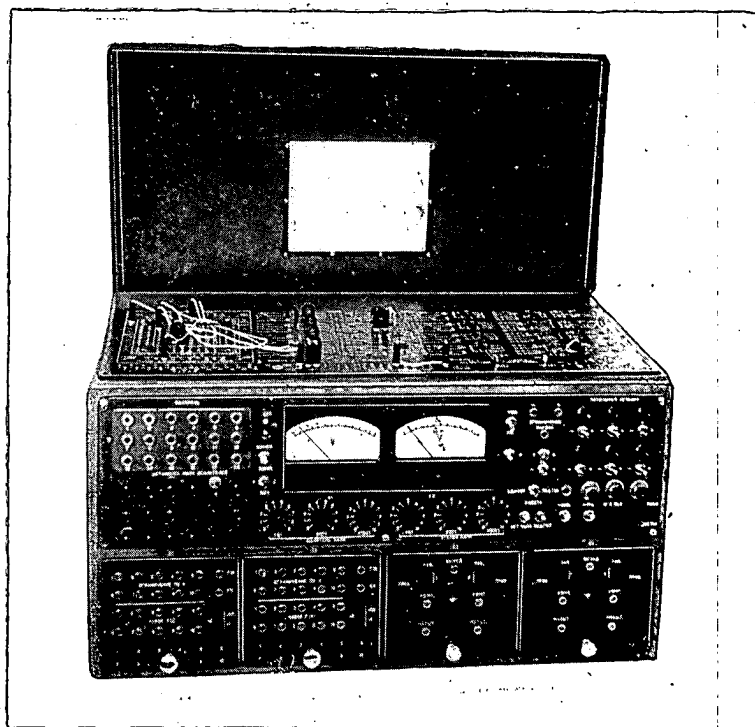
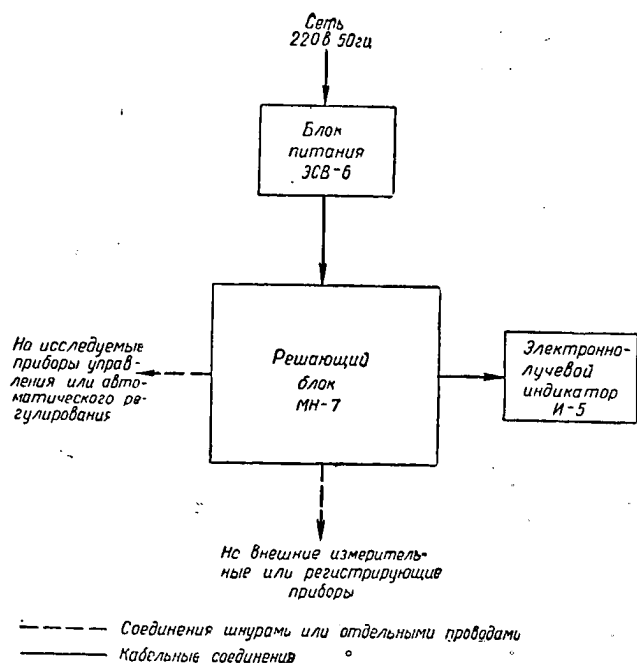
Результат решения может наблюдаться визуально на экране трубки электронно-лучевого индикатора И-5 или же регистрироваться внешними измерительными приборами, такими как шлейфовые осциллографы, самописцы и т. п., которые в состав установки не входят.

Набор задачи осуществляется с помощью шнуров на коммутационном поле машины.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых уравнений	6
Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц	735 вa
Занимаемая площадь на столе	0,5 м ²
Габаритные размеры решающего блока	700 × 440 × 380 мм
Вес комплекта	170 кг

MH-7



ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МН-8

Электронная моделирующая установка МН-8 является большой аналоговой математической машиной и предназначена для решения сложных задач по исследованию систем и объектов автоматического регулирования и управления, описываемых обыкновенными нелинейными дифференциальными уравнениями высокого порядка:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n, t), \text{ где } i = 1, 2, \dots, n$$

с большим количеством переменных коэффициентов и нелинейных зависимостей.

Электромоделирующая установка состоит из блоков, с помощью которых осуществляется: 32 операции интегрирования; 48 операций суммирования; 48 умножений на постоянный коэффициент (устанавливаемый по трем десятичным разрядам) и 36 умножений на переменный коэффициент. Кроме того машина может осуществлять 12 операций перемножения двух переменных, 10 нелинейных зависимостей функции от одной переменной, 40 нелинейных зависимостей типа сигнатуры, 9 специализированных нелинейных зависимостей характеристик люфта, ограничения и зоны нечувствительности, а также четыре функции с запаздывающим аргументом и четыре операции дифференцирования.

Для сопряжения с исследуемыми приборами управления и автоматического регулирования предусмотрено 6 мощных выходных усилителей.

Благодаря малому дрейфу «нуля» в схеме интегрирующих блоков установка может применяться для исследования про-

цессов, протекающих в течение 30 мин. и более.

Все основные блоки машины (интегрирующие, суммирующие, постоянных и переменных коэффициентов, а также перемножения) обеспечивают решение ряда практических задач с повышенной точностью.

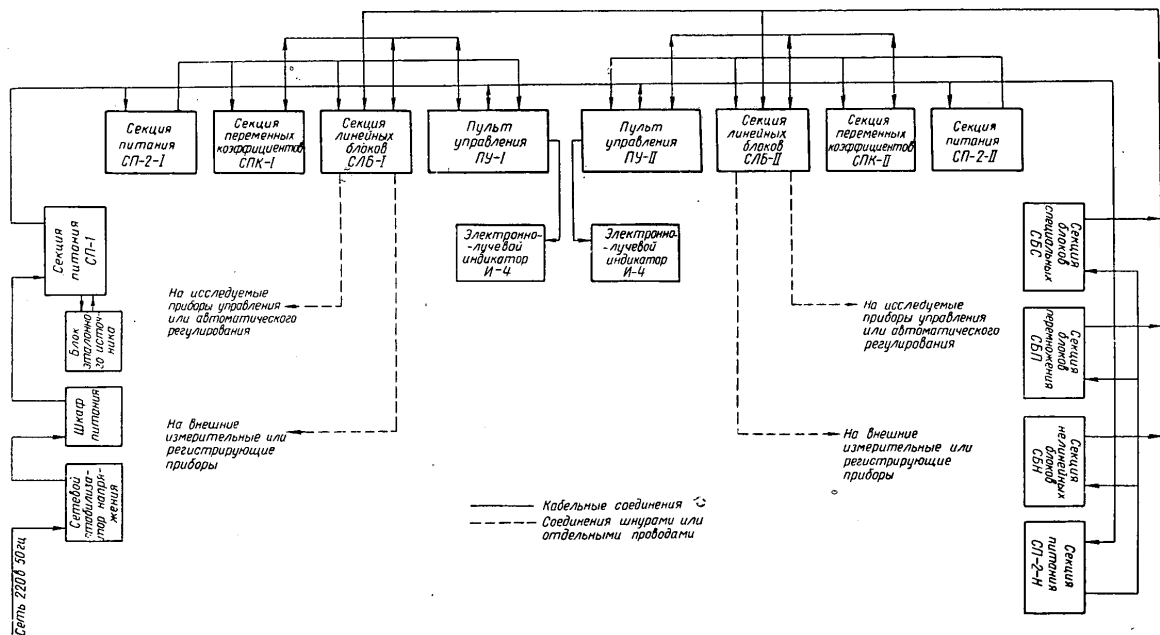
Система управления, построенная с использованием электронной пересчетной схемы, отличается большой гибкостью и универсальностью. Она позволяет производить в процессе решения задачи различные изменения масштабов для искомых величин или некоторые изменения в структуре исследуемой системы. Процесс решения задачи может периодически повторяться или останавливаться в заранее заданный момент времени при достижении одной из искомых величин определенного значения, или же при ненормальной работе решающих блоков.

В комплект электромоделирующей установки входят два пульта управления, позволяющие решать на ней одновременно две независимые задачи в пределах общего количества имеющихся функциональных блоков.

В процессе ввода задачи в машину правильность ее набора может автоматически проверяться по 40 контрольным точкам. Пробные решения могут также производиться в 10 раз быстрее натурального масштаба времени.

Набор моделируемой системы уравнений производится в соответствии с блок-схемой решаемой задачи на коммутационных полях, расположенных в секциях линейных блоков.

MH-8



Конструктивно установка выполнена в виде 13 отдельных секций (шкафов), соединенных между собою кабелями.

Две секции линейных блоков служат для решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, каждая из которых включает: 24 суммирующих усилителя (6 с двенадцатью, 6 с шестью и 12 с двумя входами), 16 интегрирующих усилителей и 16 делителей напряжения. Помимо линейных блоков в эти секции входят также специальные нелинейные блоки, служащие для получения функций сигнатур и выполнения масштабных переключений.

Две секции переменных коэффициентов служат для получения произведения искомой переменной на коэффициент, изменяющийся в зависимости от времени. В состав этих двух секций входят блоки, дающие возможность воспроизводить 36 переменных коэффициентов одновременно. Блоки переменных коэффициентов имеют кусочно-линейную аппроксимацию (мелкими ступенями) заданного графика.

Секция нелинейных блоков содержит 10 нелинейных универсальных устройств, предназначенных для воспроизведения нелинейной функции от одной переменной путем кусочно-линейной аппроксимации. Диодно-триодные блоки нелинейной функции от одной переменной дают возможность набора функций с резкими изломами и крутыми фронтами.

В состав секции блоков перемножения входят 12 устройств повышенной точности, осуществляющих операцию перемножения двух переменных и построенных по схеме двойного действия (ступенчатая отработка с линейной интерполяцией).

Секция специальных блоков машины имеет устройства для воспроизведения ряда характеристик, свойственных приборам автоматического регулирования и управления. В состав этой секции входят:

а) 4 блока постоянного запаздывания во времени (между входным и выходным напряжениями) на 5, 10, 20, 30, 40 и 50 мсек без заметного искажения амплитуды и формы синусоидального напряжения до частот порядка 5 гц;

б) 3 блока, воспроизводящих характеристику люфта с регулированием ширины зоны люфта и коэффициента усиления;

в) блоков, воспроизводящих в широких пределах как ширину зоны нечувствительности, так и ограничение (для положительных и отрицательных входных напряжений);

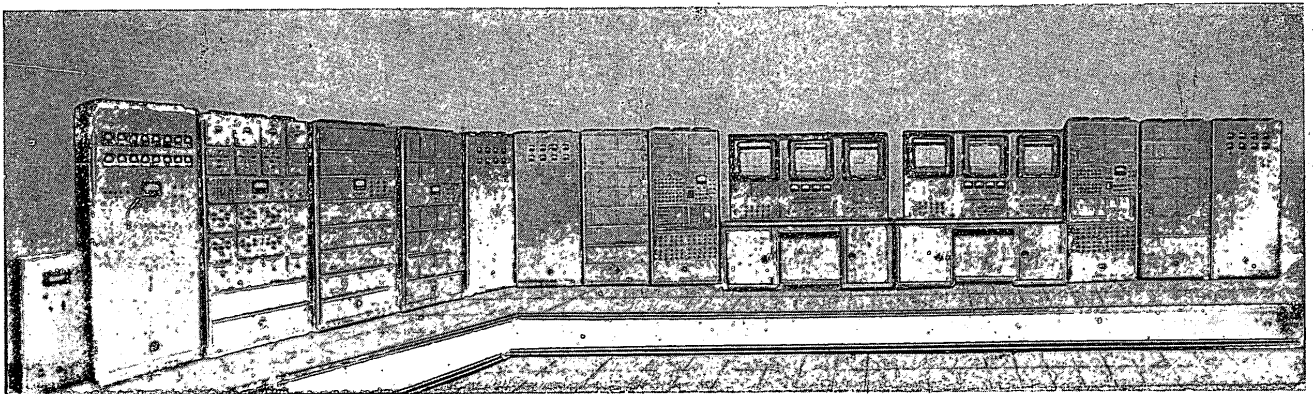
г) 4 блока для дифференцирования поступающего на их вход напряжения с постоянными времени: $T = 1; 0,1$ и $0,01$ сек;

д) 6 выходных усилителей для подключения внешней аппаратуры с сопротивлением от 1 ком и током потребления до 100 ма.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Потребляемая мощность от трехфазной сети 220 в 50 гц	до 35 ква
Необходимая площадь для установки и эксплуатации машины	60 м ²
Вес	около 6000 кг

MH-8



МАЛОГАБАРИТНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МН-М

Малогабаритная нелинейная электронная моделирующая установка МН-М является аналоговой математической машиной, предназначенной для исследования динамики систем и объектов автоматического регулирования, движение которых описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями, имеющими небольшое количество нелинейных зависимостей:

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i(x_1, x_2, \dots, x_6, t),$$

где $i = 1, 2, \dots, 6$.

Для решения более сложных нелинейных систем возможна параллельная работа нескольких таких установок.

В состав электромоделирующей установки МН-М входят: решающий блок, электронно-лучевой индикатор И-5 и блок питания ЭСВ-7.

В решающем блоке имеется 16 усилителей постоянного тока с миниатюрными радиолампами серий «Дробь». Эти усилители выполняют операций интегрирования, дифференцирования, суммирования и масштабных преобразований. Усилители имеют трехкаскадную схему со статическим коэффициентом усиления без обратных связей около 40 000, полосу пропускания при наличии отрицательной обратной связи около 1 кГц и дрейф «нуля», приведенный ко входу усилителя, 5 мВ за 10 минут. В решающем блоке имеется также восемь диодных элементов, которые при совместном включении с усилителями обеспечивают моделирование неоднозначных или разрывных характеристик петли гистерезиса, момента сухого трения, зоны нечувствительности и т. п.

В машине имеются блоки перемножения двух переменных и блоки воспроизведения однозначных нелинейных функций от одной переменной, схемы которых построены на плоскостных кремниевых диодах. В схему машины может быть включено четыре таких блока. Погрешность блоков перемножения и блоков нелинейных преобразователей при изменении входных величин от 0 до 10 гц составляет менее 1% по отношению к шкале 100 в.

Процесс интегрирования может происходить либо в натуральном, либо в преобразованном масштабах времени. Установка может работать совместно с приборами управления или автоматического регулирования.

Длительность процесса интегрирования схемой машины не ограничивается, однако рекомендуемая ее величина составляет около 200 сек.

В машине может осуществляться либо однократное решение, либо автоматическое повторение решения. Машина имеет схему совпадения, с помощью которой в процессе решения могут производиться: автоматическое сравнение двух переменных, простое изменение в структурной схеме решения задачи или фиксация решения.

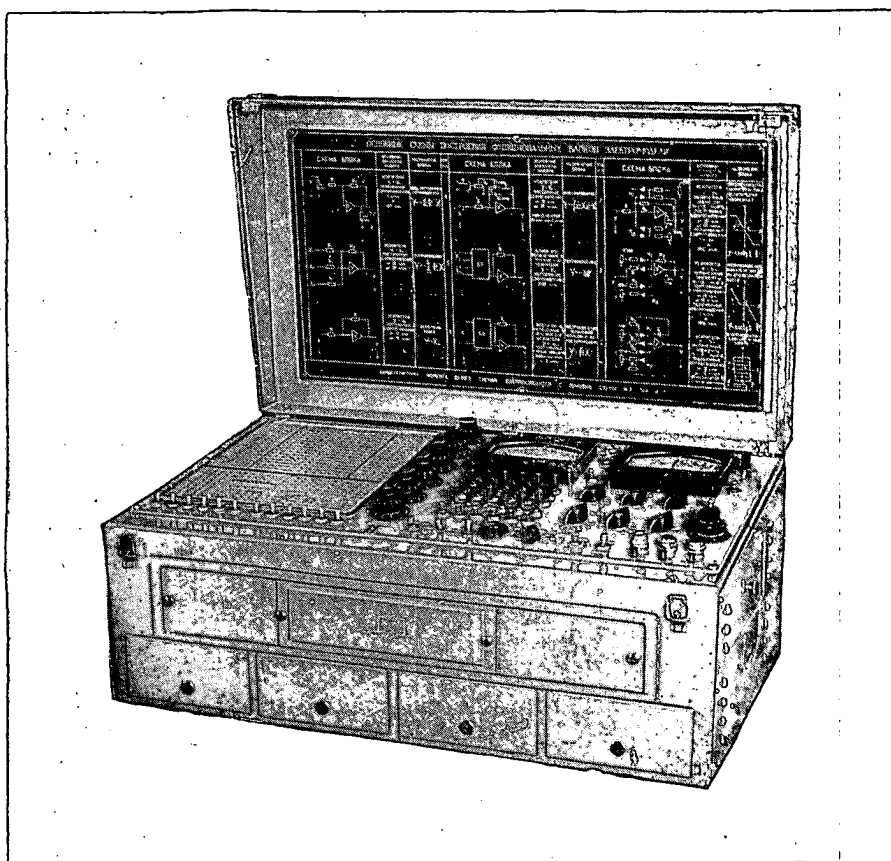
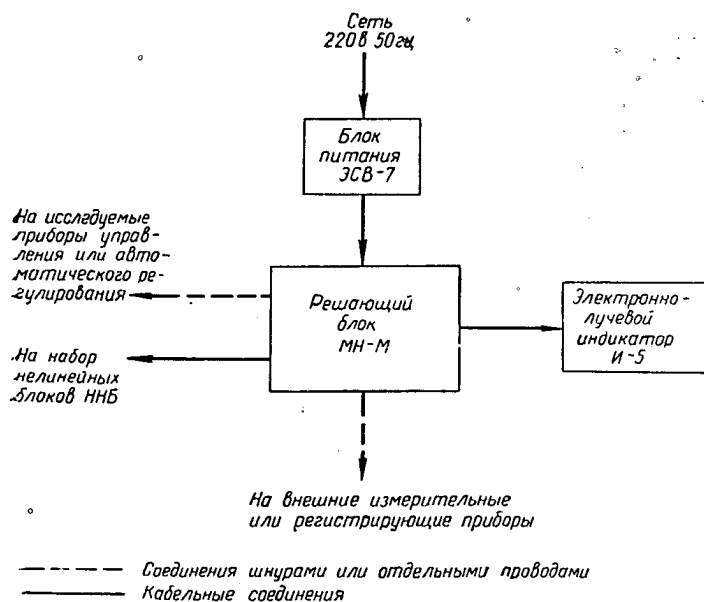
Результат решения может наблюдаться визуально на экране трубки электронно-лучевого индикатора И-5 или регистрироваться внешними измерительными приборами — шлейфовыми осциллографами, самописцами и т. п., которые в комплект установки не входят.

Набор задачи осуществляется с помощью шнуров на коммутационном поле машины.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых уравнений	6
Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц	450 вв
Необходимая площадь на столе	0,3 м ²
Вес комплекта	110 кг

MH-M



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА МЛ-2

Электрическая моделирующая установка МЛ-2 является аналоговой математической машиной, предназначенной для математического моделирования систем линейных алгебраических уравнений до 12 порядка с постоянными коэффициентами вида:

$$\sum_{j=1}^{12} a_{ij} x_j = b_i,$$

где $i = 1, 2, \dots, 12$.

Машина дает возможность получать решения тремя методами: прямым электрическим моделированием, последовательным приближением по Зейделю и методом «минимизации». Основным вариантом использования машины является электрическое моделирование системы линейных алгебраических уравнений, сводящееся к

реализации простого итеративного процесса. Метод Зейделя и метод «минимизации» осуществляются ручной установкой величин X_j .

Имеется также возможность математического моделирования систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений до 12 порядка с постоянными коэффициентами вида:

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^{12} a_{ij} x_j - b_i,$$

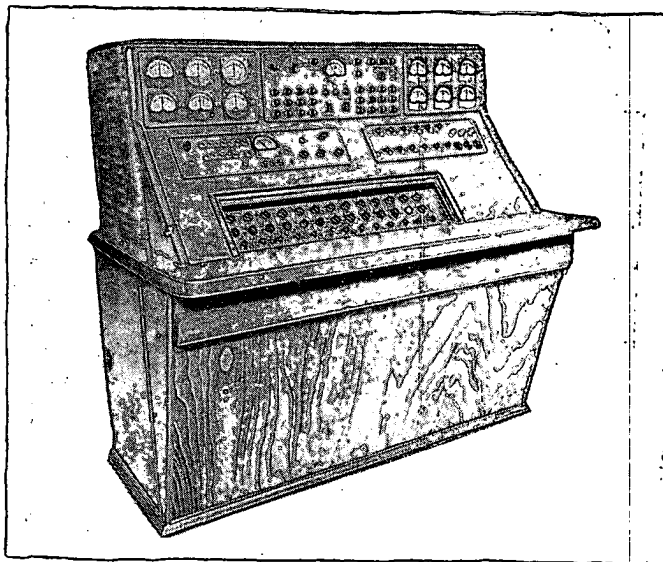
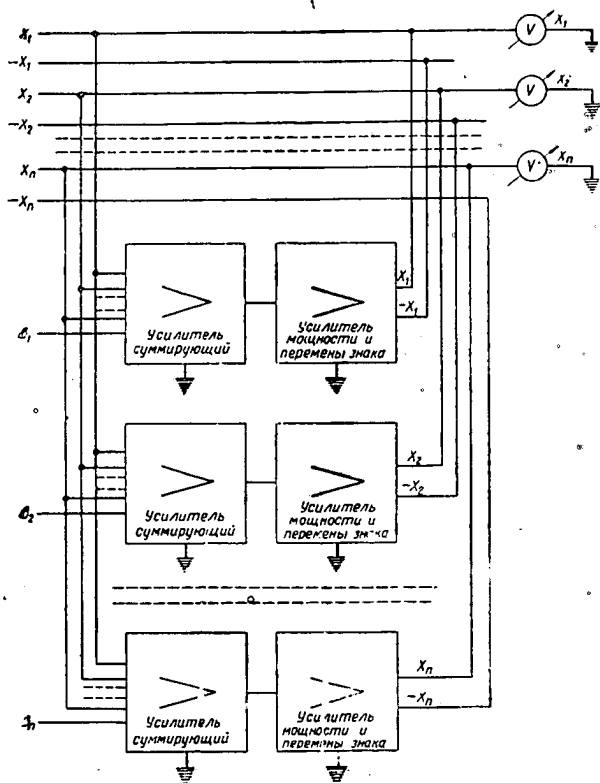
где $i = 1, 2, \dots, 12$.

Суммирование членов уравнений производится при помощи усилителей постоянного тока. Установка постоянных коэффициентов a_{ij} и свободных членов b_i производится с двумя-тремя значащими цифрами. Точность выходных данных достигает 0,1%.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Максимальный порядок решаемых систем уравнений	12
Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц	1,5 кВа
Габаритные размеры	1340 × 980 × 1292 мм
Вес	около 500 кг

МЛ-2



ЭЛЕКТРОИНТЕГРАТОР ЭИ-12

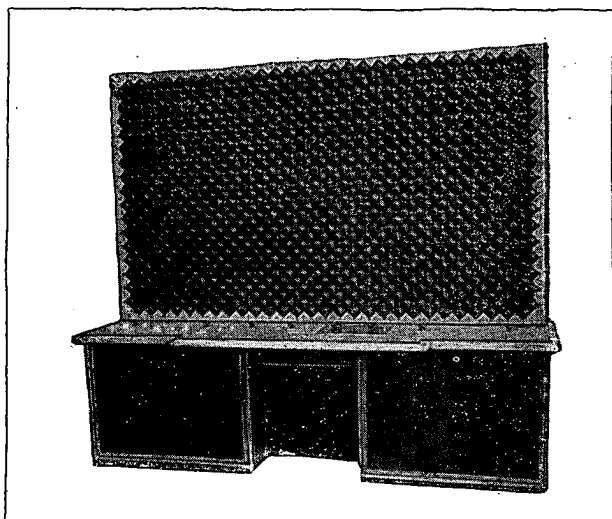
Электроинтегратор ЭИ-12 является аналоговой математической машиной, предназначенной для исследования физических явлений и процессов, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных эллиптического типа:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[A_1(x, y) \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[A_2(x, y) \frac{\partial u}{\partial y} \right] = F(x, y), \quad (1)$$

где $A_1(x, y)$ и $A_2(x, y)$ — положительные функции координат, а $F(x, y)$ может быть представлена в виде знакопеременной функции.

Однородное уравнение [$F(x, y) = 0$] можно приближенно решать при краевых условиях I, II, III рода. При таких краевых условиях возможно решение часто встречающихся задач Дирихле и Неймана. Частными случаями уравнения (1) являются уравнения Лапласа, Пуассона, а также уравнения векторного потенциала.

В уравнении (1) роль независимых переменных (x, y) играет число элементов сопротивления, отсчитываемое от принятого начала координат в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Роль независимых искомых функций $u(x, y)$ играют напряжения в узловых точках.



Коэффициенты уравнения $A_1(x, y)$ и $A_2(x, y)$ могут устанавливаться независимо друг от друга с помощью двухкаскадных магазинов сопротивлений от 0 до 1000 ом ступенями через 10 ом. Точки соединения магазинов являются узловыми.

Сетка сопротивлений образует прямоугольник 28×16 узловых точек, по периметру которого расположены граничные магазины со значениями сопротивлений от 0 до 10 000 ом ступенями через 100 ом.

К каждой узловой точке подключен конденсатор постоянной емкости 0,02 мкф. Через эти конденсаторы задаются токи, определяющее значение $F(x, y)$ — правую часть уравнения (1), если токи задаются во внутренние узлы, или нормальную производную на границе области, если токи подводятся к граничным точкам.

Для получения нужных значений потенциалов на границе области решаемой задачи (граничных условий I рода) служит делитель граничных условий, который позволяет установить значения от 0 до 100% ступенями через 0,5% с точностью 0,1% от максимума.

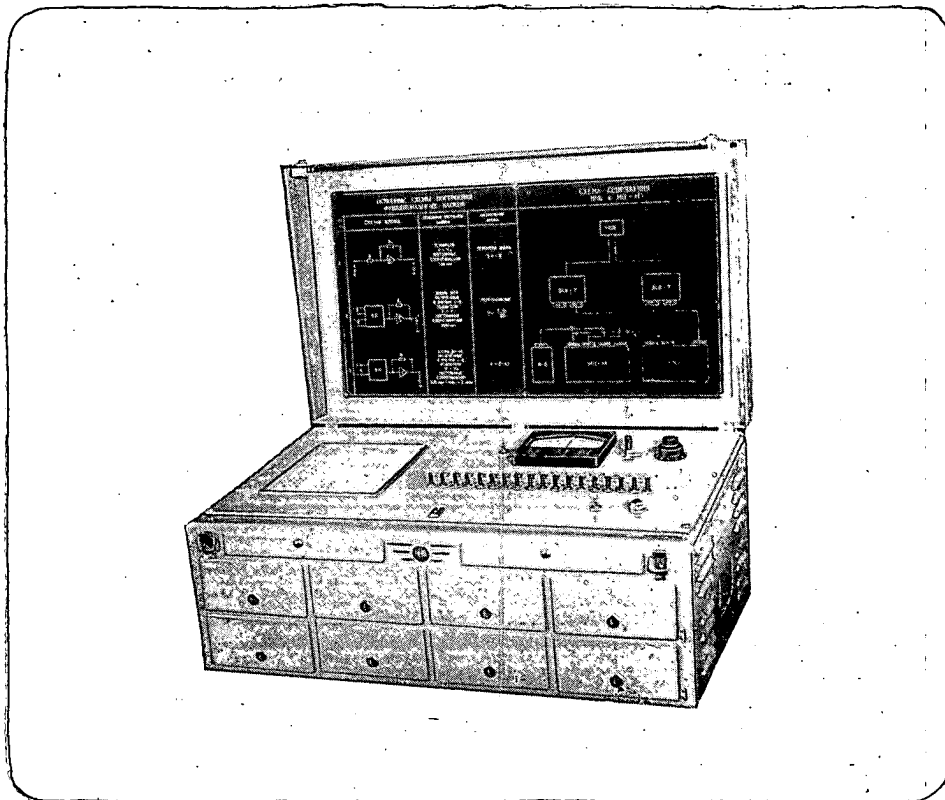
Задание граничных условий II и III рода и задание истоков производится от трансформатора с секционной обмоткой, позволяющей устанавливать значения от 0 до 100% через 0,5% с точностью до 0,2% от максимума.

Измерение потенциалов в узловых точках и снятие изолиний производятся с помощью измерительного устройства, работающего по компенсационному способу.

Общая погрешность решения задач не превышает 2%.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Количество узловых точек сетки	448
Количество магазинов сопротивлений:	
для задания коэффициентов A_1 и A_2	764
для граничных точек	88
Количество делителей граничных условий	2
Магазин емкостей	1
Измерительное устройство для снятия результатов решения	1
Потребляемая мощность от сети 127/220 в 50 гц	150 вт
Допустимые колебания сети $\pm 10\%$ по напряжению и 2% по частоте	
Габаритные размеры	2468 × 845 × 2135 мм
Вес	450 кг



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
АППАРАТУРА, РАСШИРЯЮЩАЯ
ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛОГОВЫХ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАШИН**

КОМПЛЕКТ НЕЛИНЕЙНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОДЕЛИРУЮЩИХ УСТАНОВОК КНБ

Комплект нелинейных функциональных блоков КНБ предназначен для сопряжения и совместной работы с выпускаемыми промышленностью линейными электронными моделирующими установками (ИПТ-4, ИПТ-5, МПТ-9 и др.) в целях исследования на этих машинах определенного класса нелинейных задач.

Электронные блоки одного типа выполняют операцию перемножения двух переменных величин $y = cx_1x_2$ с погрешностью менее 1,0%. Схема блока перемножения показана на фиг. 1. Ее основными частями являются схемы образования модулей, полусуммы и полуразности сомножителей, электронные квадраторы и операционный усилитель.

Электронные блоки другого типа выполняют операцию образования нелинейной

функции от одной переменной $Y = f(x)$. Схема нелинейного блока функции от одной переменной представлена на фиг. 2. Ее основными элементами являются 12 диодных нелинейных ячеек и операционный усилитель. При реализации нелинейных зависимостей вида $\sin x$ и $\cos x$ (при $x \leq 90^\circ$) блоки этого типа имеют погрешность не более 1%.

В комплект входит также пульт ПНБ-2 для компенсационной настройки схемы при наборе нелинейных зависимостей

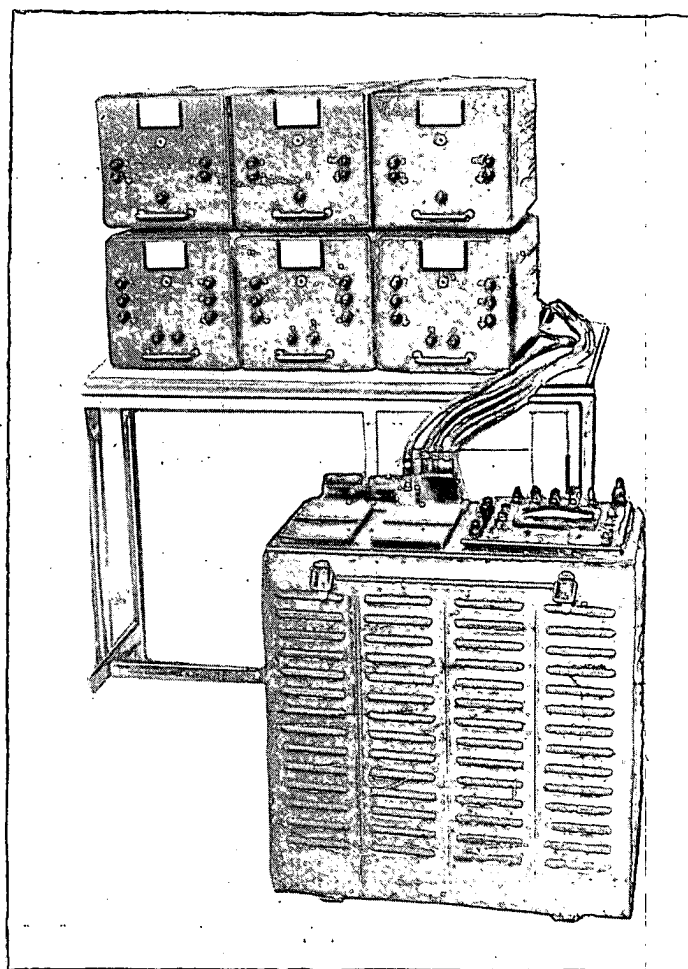
$$Y = f(x).$$

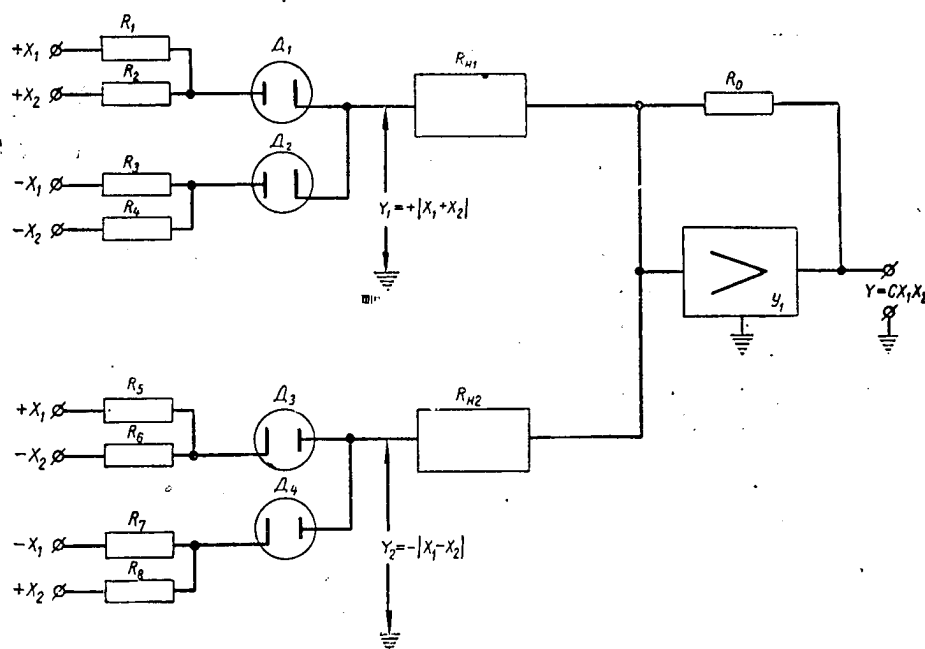
Комплект нелинейных блоков питается от одного типового источника стабилизированного питания ЭСВ-1М.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Количество электронных блоков:	
перемножения	3
образования нелинейной функции от одной переменной	3
Занимаемая площадь на столе	1,5 м ²
Вес комплекта	170 кг

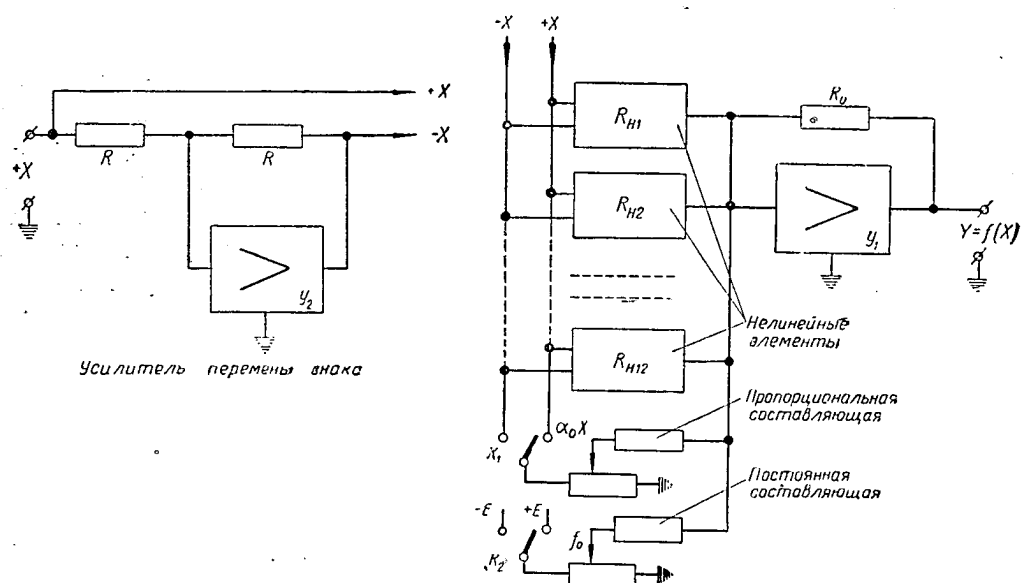
КНБ





КНБ

Фиг. 1. Схема блока перемножения



Фиг. 2. Схема блока нелинейной функции от одной переменной

НАБОР НЕЛИНЕЙНЫХ БЛОКОВ ННБ

Набор нелинейных блоков ННБ предназначен в основном для сопряжения и совместной работы с электронной нелинейной моделирующей установкой МН-М для исследования определенного класса задач, описываемых обыкновенными нелинейными дифференциальными уравнениями. Набор может применяться также для совместной работы с другими типовыми электромоделлирующими установками.

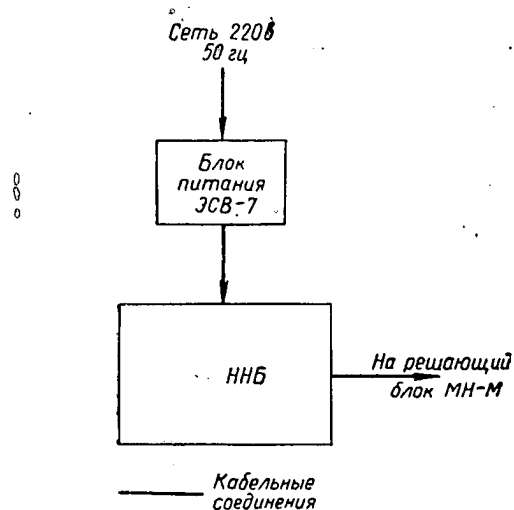
Набор состоит из четырех универсальных блоков нелинейной функции от одной переменной, четырех блоков перемножения и десяти блоков перемены знака, построенных на усилителях с миниатюрными радиолампами серии «Дробь». Все нелинейные блоки построены с использованием плоскостных кремниевых диодов.

Погрешность перемножения и воспроизведения нелинейных функций вида $\sin x$ и $\cos x$ при $x \leq 90^\circ$ — не более 1%.

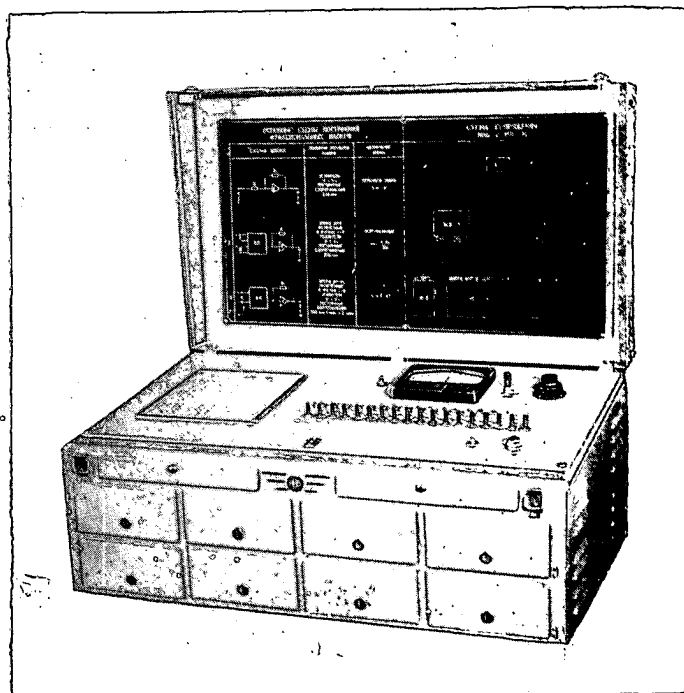
Питание — от источника ЭСВ-7.

Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц — около 450 в. Занимаемая площадь на столе — не более 0,3 м².

Вес — около 45 кг.



ННБ



ОДНОСТЕПЕННЫЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ БЛОК ЭДБ-1

Одностепенный электромеханический динамический блок ЭДБ-1 является быст-
родействующей электронно-электроме-
ханической следящей системой, исполни-
тельным органом которой является электро-
двигатель постоянного тока.

Блок предназначен для отклонения
платформы с укрепленным на ней испы-
туемым прибором (например, гироскопи-
ческим устройством) на угол, пропорцио-
нальный входному напряжению, изменяю-
щемуся во времени.

Динамический блок рассчитан на сов-
местную работу с типовыми электромо-
делирующими установками.

Для обеспечения малой динамической
погрешности при слежении, на вход ЭДБ-1
от моделирующей установки должны по-
ступать напряжения, пропорциональные
углу отклонения платформы, а также его
первой и второй производным.

Основные элементы блока: платформа
для установки испытываемого прибора,
редуктор, электрический двигатель по-
стоянного тока с зависимым возбуждени-
ем, потенциометрический датчик положе-
ния; два электронных усилителя мощности;
семь типовых операционных усилителей

постоянного тока, сопротивления в цепях
обратных связей усилителей и источники
питания всей схемы.

В комплект ЭДБ-1 входят: платформа
ПЛ-1, пульт управления ПУ-10 и блок
питания ЭСВ-5.

На платформе ЭДБ-1, выполненной в
виде диска диаметром 250 мм, устанавли-
вается испытываемый прибор весом до
50 кг и с моментом инерции относи-
тельно оси вращения платформы до
0,15 кгм сек².

Ось платформы может устанавливаться
в вертикальном и горизонтальном положе-
ниях. Максимальные углы отклонения
платформы от среднего положения зави-
сят от передаточного отношения шестерен
редуктора у датчика положения
и могут принимать значения $\pm 50^\circ$; $\pm 75^\circ$;
 $\pm 150^\circ$; $\pm 300^\circ$; $\pm 450^\circ$.

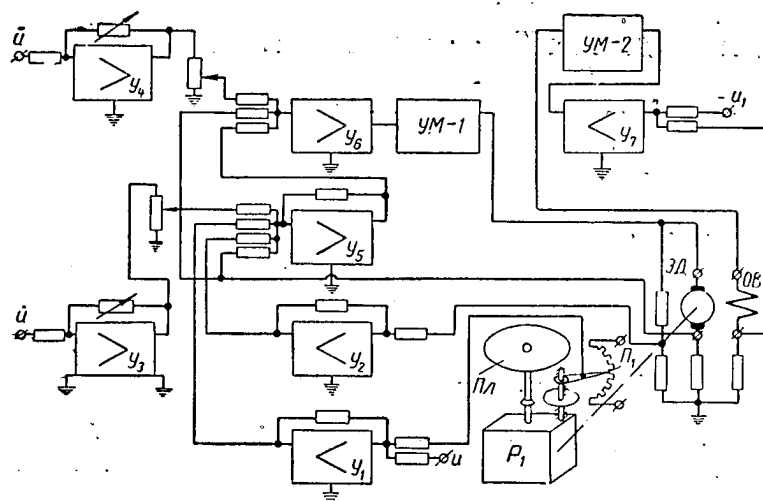
При вышеуказанном значении момента
инерции динамический блок имеет: максим-
альное ускорение платформы $12 \frac{1}{\text{сек}^2}$

и максимальную скорость $2 \frac{1}{\text{сек}}$.

При отработке динамическим блоком
синусоидального входного сигнала частоты
1 гц и амплитуды 20°, максимальная
ошибка не превышает 30'.

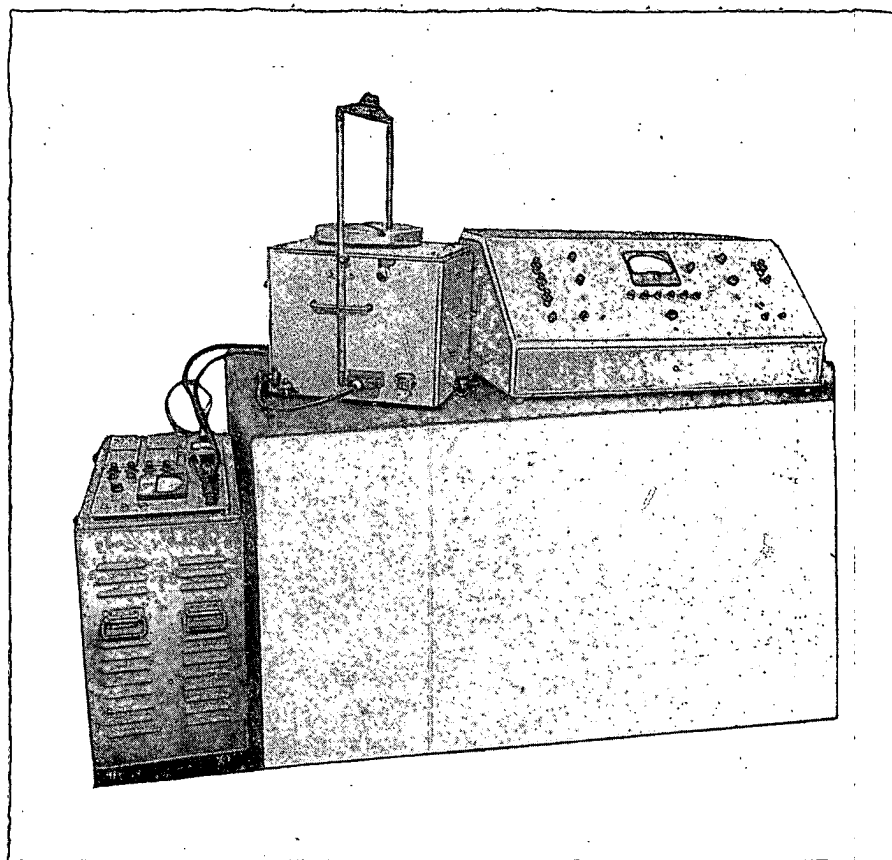
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Потребляемая мощность:	
от сети переменного тока 220 в 50 гц	2 кВа
от постоянного тока 110 или 26 в	50 Вт
Необходимая площадь для установки платформы ПЛ-1 и пульта уп- равления ПУ-10	1500 × 600 мм
Габаритные размеры блока питания ЭСВ-5	700 × 400 × 750 мм
Вес комплекта	около 240 кг



ЭДБ-1

$У_1 \div У_7$ — усилители
постоянного тока
УМ-1, УМ-2 — усилители мощности
Пл — платформа
 P_1 — редуктор



БЛОК РЕГИСТРАЦИИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ БРВ

Блок БРВ применяется совместно с электронными нелинейными моделирующими установками постоянного тока для решения интегральных уравнений типа Фредгольма 2-го рода и Вольтерра методом последовательных приближений.

Блок обеспечивает запись и воспроизведение промежуточных значений искомой функции (при их ступенчатой аппрокси-

мации), а также автоматическое управление электронной моделирующей установкой в процессе решения.

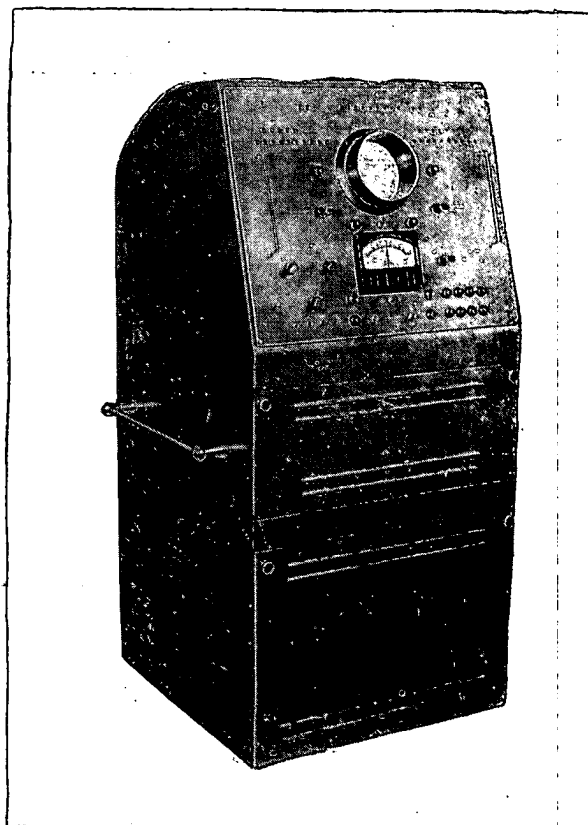
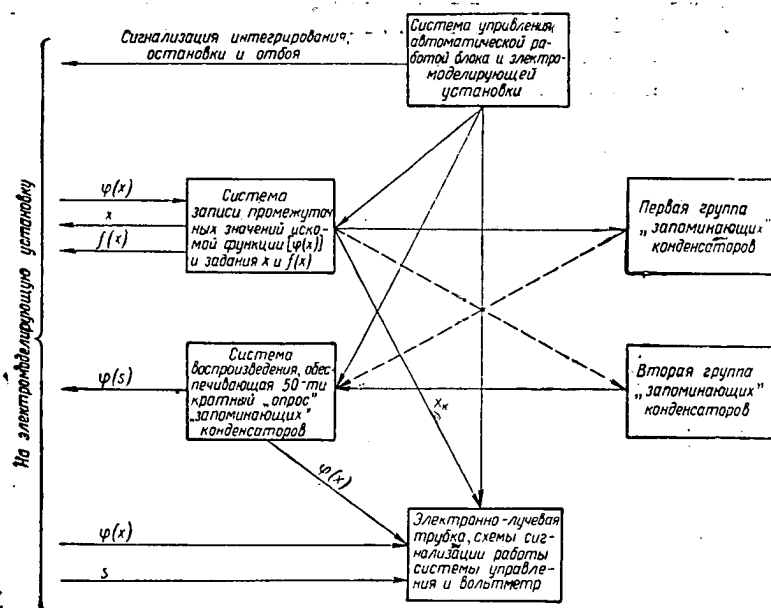
Промежуточные значения искомой функции могут наблюдаться на экране электронно-лучевой трубки большого послесвечения.

Электропитание блока осуществляется от типовых источников питания электро-моделирующих установок.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Количество одновременно реализуемых блоком функций в режиме:	
регистрации	1
воспроизведения	1
Количество ступеней аппроксимации функций в режиме:	
регистрации	10, 25 или 50
воспроизведения	10, 25 или 50
Время определения искомой функции для одной точки в каждом из приближений	5 сек.
Габаритные размеры	550×600×1250 мм
Вес	около 200 кг

БРВ



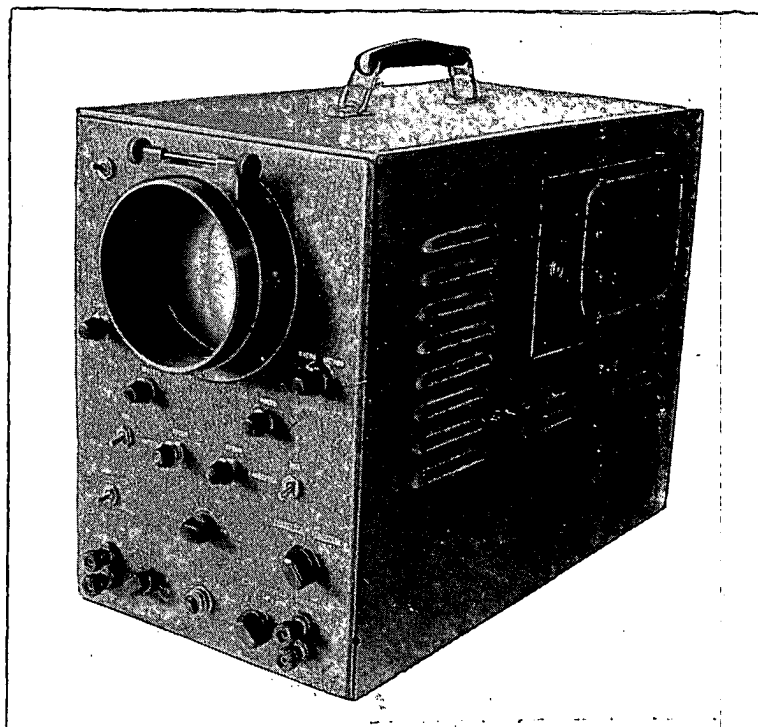
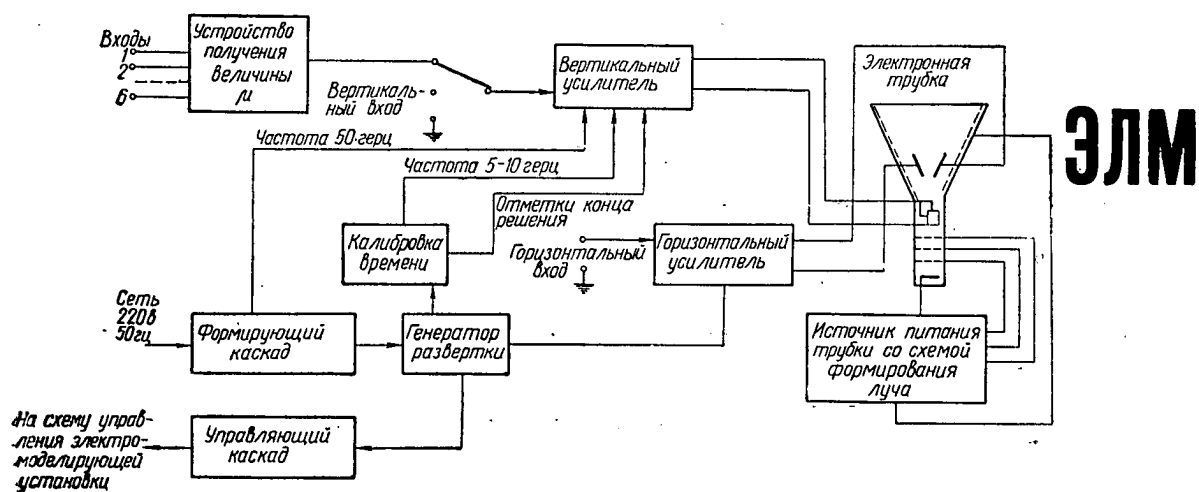
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ МИНИМИЗАТОР ЭЛМ

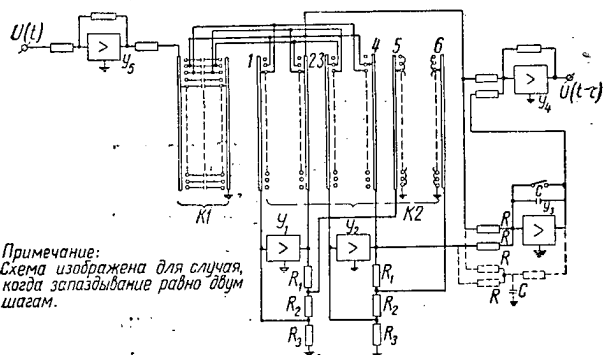
Электронно-лучевой минимизатор ЭЛМ совместно с типовыми электро моделирующими установками постоянного тока обеспечивает решение методом «минимизации» систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, трансцендентных уравнений, а также краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Минимизатор дает возможность определения суммы модулей для шести величин одновременно. При минимизации он обеспечивает возможность наблюдения за изменениями выходных напряжений электро моделирующих установок, в соответствии с чем может быть использован также в качестве электронно-лучевого индикатора.

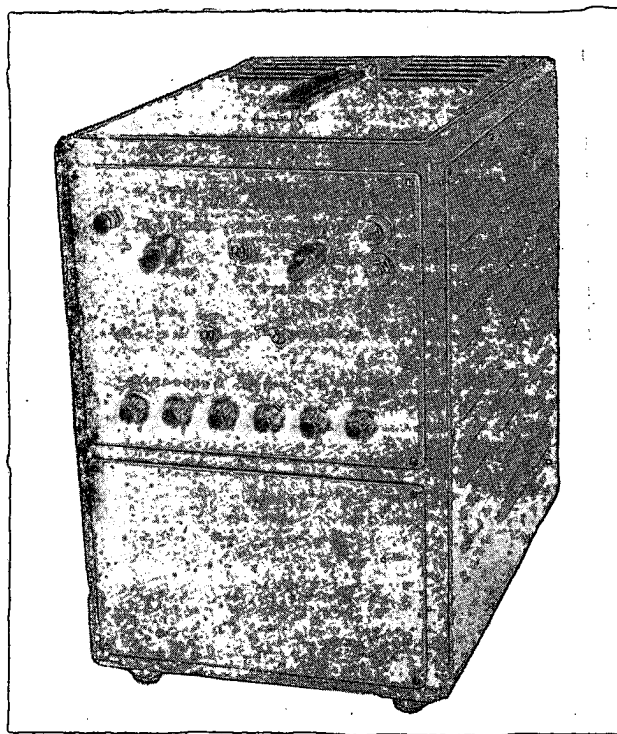
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Чувствительность по обеим осям при максимальном усилении	10 мм/в
Длительность развертки	от 0,5 до 3 сек.
Частота отметок времени	50 и 5 гц
Потребляемая мощность от сети 220 в 50 гц	70 ва
Габаритные размеры	270 × 485 × 390 мм
Вес	около 20 кг





БПЗ-1



БЛОК ПОСТОЯННОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ БПЗ-1

Блок постоянного запаздывания БПЗ-1 предназначен для обеспечения временного запаздывания электрического напряжения на его выходе по отношению к такому же напряжению на его входе. При подаче на вход блока величины $u(t)$ на его выходе образуется величина $u(t-\tau)$ с постоянным запаздывающим аргументом 8 мкс. Применяется при решении на электромоделлирующих установках ряда задач автоматического регулирования. Значение τ устанавливается вручную в пределах от 0,1 до 20 сек. ступенями:

через 0,1 сек. в диапазоне 0,1 ÷ 2 сек.;

» 0,2 »	» 0,2 ÷ 4 »
» 0,5 »	» 0,5 ÷ 10 »
» 1,0 »	» 1,0 ÷ 20 »

Диапазон изменений входного и выходного напряжений блока находится в пределах от 0 до ± 100 в.

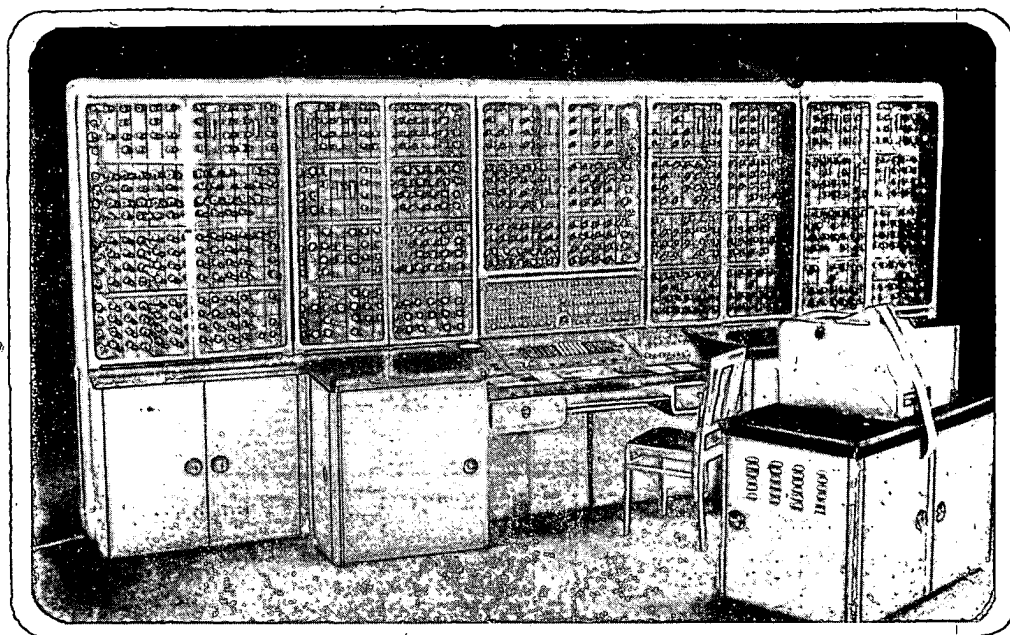
Погрешность воспроизведения блоком входного напряжения не превышает ± 3% для сигналов низкой частоты (до 0,05 гц). Задание τ осуществляется двумя переключателями и одной кнопкой, расположенными на лицевой панели.

В блоке предусмотрены два режима работы. В одном режиме выходное напряжение выдается в виде функции с кусочно-постоянной аппроксимацией, а в другом — в виде функции с кусочно-линейной аппроксимацией. Установка режима работы производится тумблером, помещенным на лицевой панели.

Схема блока включает шесть типовых операционных усилителей постоянного тока и два электромеханических коммутатора (телефонных искателя).

Электропитание — от типовых блоков ЭСВ-1М.

Габаритные размеры — 250 × 370 × 380 мм. Вес 25 кг.



**УНИВЕРСАЛЬНАЯ
АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА
„УРАЛ“**

УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА „УРАЛ“

Универсальная автоматическая цифровая вычислительная машина «Урал» предназначена для решения инженерных задач в научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро, высших учебных заведениях и заводах. Машина может решать широкий класс математических и логических задач путем автоматического выполнения задаваемой программы. В машине предусмотрена развитая система команд с безусловной и условной передачей управления. Имеется соответствующий состав устройств с параметрами, обеспечивающими автоматическое решение математических задач по любому численному методу.

Отдельные устройства машины выполняют следующие функции.

Клавишное устройство (КУ) производит автоматические преобразования числового материала (исходных данных и программы решения задачи) в десятично-двоичную систему и вырабатывает соответствующие электрические сигналы для передачи их на входное перфорирующее устройство.

Контрольно-считывающее устройство (КСУ) предназначено для автоматического контроля идентичности пробивок на двух сравниваемых лентах, для реперфорирования лент с помощью входного перфорирующего устройства, а также для сравнения числа, считываемого с одной ленты, с числом, набранным на клавиатуре клавишного устройства, и для последующей, в случае совпадения, выдачи сигналов на перфоратор для перфорации другой ленты.

Перфорирующее устройство (ПФУ) служит для нанесения на кинолентку чисел и программ решения задач в виде пробивок по определенному коду.

На перфорирующем устройстве можно производить: пробивку чисел и программы решения задачи, набранных на клавиатуре клавишного устройства; автоматическую реперфорацию с ленты, установленной на контрольно-считывающем устройстве, и пробивку числового материала, непрерывно поступающего из машины.

В комплект машины входят входное и выходное перфорирующие устройства.

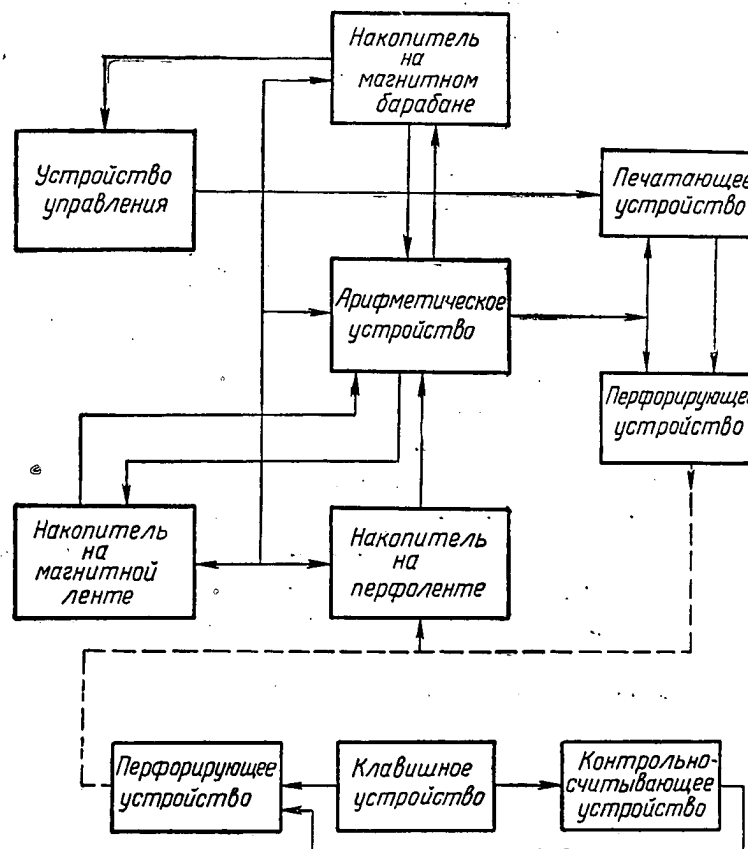
Печатающее устройство (ПЧУ) предназначено для автоматического перевода чисел из десятично-двоичной системы в десятичную, из восьмерично-двоичной системы в восьмеричную и для печатания их на бумажную ленту.

Печатающее устройство может работать в режиме печати чисел из сумматора и в двух режимах печати программы. Одновременно с результатом печатается номер результата.

Накопитель на перфорированной ленте (НПЛ) предназначен для хранения и выдачи групп чисел и команд в машину в процессе решения задачи. Для этой цели числовой материал переписывается с ленты в накопитель на магнитном барабане также группами.

Для осуществления группового ввода числовой материал перфорируется в раздельных участках ленты (зонах). Каждая зона имеет свой номер, который наносится на ленту.

УРАЛ



В качестве носителя используется стандартная непрозрачная перфорированная 35-миллиметровая киноплёнка.

Накопитель на магнитной ленте (НМЛ) служит для записи, хранения и выдачи групп чисел и команд в машину в процессе решения задачи. Запись числового материала на ленту производится только из накопителя на магнитном барабане. Для использования в процессе решения задачи числовой материал с ленты должен быть переписан на накопитель на магнитном барабане. Запись чисел на ленту и перепись с ленты в накопитель на магнитном барабане производятся только группами.

В качестве носителя используется стандартная перфорированная 35-миллиметровая магнитная лента.

При работе машины с накопителями на перфоленте и магнитной ленте темп работы машины определяется синхронизирующими сигналами, поступающими из накопителей.

Накопитель на магнитном барабане (НМБ) предназначен для записи, хранения и выдачи чисел и команд в процессе решения задачи. Запись и воспроизведение в накопителе на магнитном барабане осуществляются по известным принципам с постоянным предварительным подмагничиванием.

Числа и команды хранятся в «ячейках». Каждая ячейка имеет адрес (номер), представляемый в машине двенадцатиразрядным двоичным числом.

На поверхности магнитного барабана имеется 18 рабочих дорожек и три дорожки с синхронизирующими рисками. Сигналы, считываемые с синхронизирующих дорожек, используются в устройстве управления для выработки управляющих импульсов.

Числа могут быть записаны в накопитель на магнитном барабане и выбраны из накопителя только через арифметическое устройство. Исполнение выбранной

команды и выборка следующей команды для исполнения производятся в одном и том же такте работы машины.

Арифметическое устройство (АУ) выполняет арифметические и логические операции над числами и командами, представленными в двоичной системе счисления. Операции производятся в одних и тех же цепях в соответствии с содержанием команды по известным правилам арифметики двоичных чисел.

Результаты всех операций в арифметическом устройстве получаются в сумматоре, который имеет 37 разрядов: один для знака, один для единицы переполнения и 35 разрядов для мантиссы числа.

Устройство управления (УУ) обеспечивает автоматическое выполнение машиной последовательности арифметических и логических операций в соответствии с программой решения задачи и допускает ручное управление работой машины с пультом управления. В устройстве управления вырабатываются управляющие импульсы и серии импульсов, обеспечивающих работу всех устройств машины.

Ручное управление осуществляется с помощью элементов управления, расположенных на панели.

Машина «Урал» работает по одноадресной системе команд. Для выполнения каждой операции требуется отдельная команда. Команда представляет собой восьмеричное число, состоящее из двух частей; одна является адресной и обычно указывает адрес ячейки накопителя на барабане, содержимое которой участвует в операции; другая — номером операции, подлежащей исполнению.

При выполнении некоторых операций помимо численного результата вырабатываются управляющие сигналы о переполнении Φ и условной передачи управления ω .

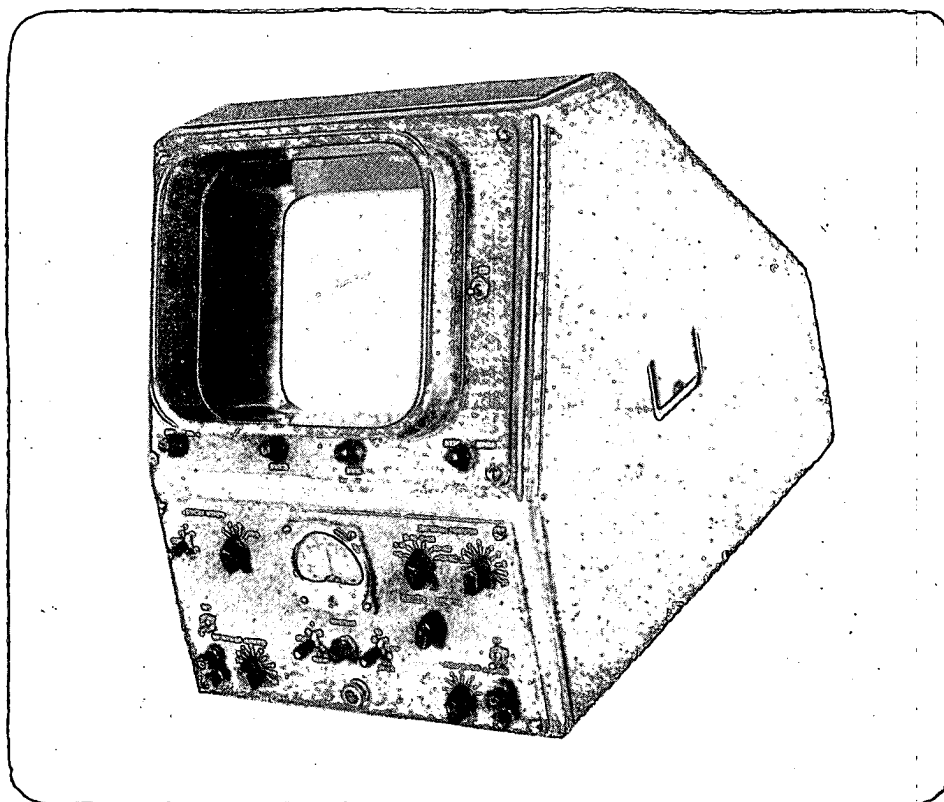
Результат всех арифметических и логических операций получается в сумматоре.

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ МАШИНЫ «УРАЛ»

Разрядность десятичных чисел при вводе в машину и выводе на печать	9 десятичных разрядов	Емкость накопителя на магнитном барабане	1024 тридцатишестиразрядных двоичных чисел или 2048 команд
Разрядность восьмеричных чисел при вводе в машину и выводе на печать	12 восьмеричных разрядов	Накопитель на магнитной ленте:	
Система счисления для чисел при вводе в машину и выводе на печать	десятичная и восьмеричная	емкость	до 40 000 тридцатишестиразрядных двоичных чисел или до 80 000 команд
Система счисления для команд при вводе в машину и выводе на печать	восьмеричная	количество зон	255
Система счисления для чисел и команд в машине	двоичная	Скорость записи и воспроизведения	$4500 \pm 10\%$ чисел в мин.
Разрядность чисел в машине	36 двоичных разрядов (10,5 десятичных и один разряд для знака числа)	Накопитель на перфорированной ленте:	
Форма представления чисел в машине	с запятой, фиксированной перед старшим разрядом	емкость	до 10 000 чисел или команд
Количество команд	29	количество зон	127
Управление	автоматическое с помощью программы и ручное с пульта управления	скорость ввода	$4500 \pm 10\%$ чисел в мин.
Принцип работы основных устройств	параллельно-последовательный с фиксированной длительностью такта работы машины	Скорость печати результатов машин	$100 \pm 10\%$ чисел в мин.
Ввод чисел и команд в машину	автоматический, с накопителя на перфоленте и ручной, с пульта управления	Скорость перфорации чисел из машин	$150 \pm 10\%$ чисел в мин.
Система контроля	оперативный контроль с помощью тест-программ и профилактический контроль путем изменения режима работы схем	Скорость реперфорации чисел с ленты с помощью контрольно-считывающего устройства	$180 \pm 10\%$ чисел в мин.
Время выполнения отдельных операций:		Скорость сравнения двух лент на контрольно-считывающем устройстве	$200 \pm 10\%$ чисел в мин.
всех операций (кроме деления и нормализации)	10 мсек	Время подготовки машины к решению задач определяется временем, необходимым для прогрева ламп и магнитного барабана, а также временем проверки машины с помощью тест-программ	от 30 мин. до 2,5 час. (в зависимости от состояния машины)
нормализаций	20 мсек	Полезное время работы	не менее 18 час. в сутки
деления	40 мсек	Режим работы машины	круглосуточный или с перерывами в решении задач с выключателем машины
		Источник энергии	сеть трехфазного переменного тока напряжением $220 \text{ в} \pm 10\%$, частотой 50 гц
		Потребляемая мощность	$7,5 \text{ ква} \pm 10\%$
		Конструкция	блочная
		Необходимая площадь для установки	50 м ²

СИСТЕМА КОМАНД МАШИНЫ «УРАЛ»

пераций	Обозначение команд	№ операции	Условие выработки сигнала $\omega = 1$	Наименование операций	Обозначение команд	№ операции	Условие выработки сигнала $\omega = 1$
Первая операция сложения	Сл1а	01	$z \leq 0$	Третья операция передачи управления (в зависимости от положения К-го ключа на пульте управления пропускается или не пропускается следующая команда)	Е3к	23	
Вторая операция сложения (с гашением сумматора)	Сл2а	02	$z \leq 0$	Четвертая операция передачи управления (используется только с командой Нцл для окончания циклической операции)	Е4а	24	
Вычитание	Вч1а	03	$z \leq 0$	Начало заданного числа циклов (группа команд после команды Нцл до команды Е4а исполняется n раз, при этом меняются адреса тех команд, перед номером операции которых стоит признак)	Нцл	25	
Вычитание модулей	Вч2а	04	$z \leq 0$	Суммирование (для подсчета контрольных сумм)	Сма	26	$z < 0$
Первая операция умножения (позволяет вычислять выражения вида $a_1b_1 + a_2b_2 + \dots$ без посылки промежуточных результатов в накопитель)	Ум1а	05	$z \leq 0$	Изменение команд (содержимое ячейки a прибавляется к следующей команде)	Иза	30	
Вторая операция умножения (позволяет вычислять выражения вида $a_1 a_2 a_3$ без посылки промежуточных результатов в накопитель)	Ум2а	06	$z \leq 0$	Обращение к перфоленке (содержимое зоны С переписывается на барабан в ячейки от a_1 до a_2)	Лпа ₁ 1С а ₂	31	
Деление	Дла	07	$z \leq 0$	Обращение к магнитной ленте для считывания (содержимое зоны С переписывается на барабан в ячейки от a_1 до a_2)	Лма ₁ 2С а ₂	31	
Формирование знака	Фза	10	$z \leq 0$	Обращение к магнитной ленте для записи (содержимое ячеек от a_1 до a_2 на барабане переписывается в зону С на ленте)	Лма ₁ 3С а ₂	31	
Сдвиг	Сд	11	$z \leq 0$	Печатание результата (печатается содержимое сумматора)	Пч	32	
Выделение части числа (поразрядное логическое умножение)	Вда	12	$z = 0$	Пропуск строки (пропускается одна строка перед печатью следующего результата)	Ин	34	
Формирование (поразрядное логическое сложение)	Фра	13	$z = 0$	Остановка (с выводом содержимого ячейки a на сумматор)	Оса	37	
Сравнение (в несовпадающих разрядах вырабатывается единица)	Сра	14	$x \neq y$				
Нормализация (в сумматоре фиксируется число, соответствующее количеству сдвигов)	Нра	15	$x = 0$				
Посылка в накопитель на барабане	Пба	16	$z \leq 0$				
Посылка в регистр АУ	Пра	17	$z = 0$				
Посылка в сумматор (число К записывается в сумматор)	Пск	20					
Первая операция передачи управления (если $\omega = 1$ управление передается в ячейку «а»)	Е1а	21					
Вторая операция передачи управления (управление передается в ячейку «а»)	Е2а	22					



РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ И ИНДИКАТОРЫ

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ РЕГИСТРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЭРУ-1

Прибор ЭРУ-1 предназначен для регистрации на экране его электронно-лучевой трубки типа 10 ЛМ-2 (с темновой записью) кривых, представленных в виде напряжений. В частности, он может применяться совместно с электро моделирующими установками.

Полученное изображение сохраняется на экране катодной трубки до одного месяца.

Устройство позволяет производить многократную запись регистрирующих величин.

На экране катодной трубки прибора возможно нанесение масштабной сетки и отметок времени.

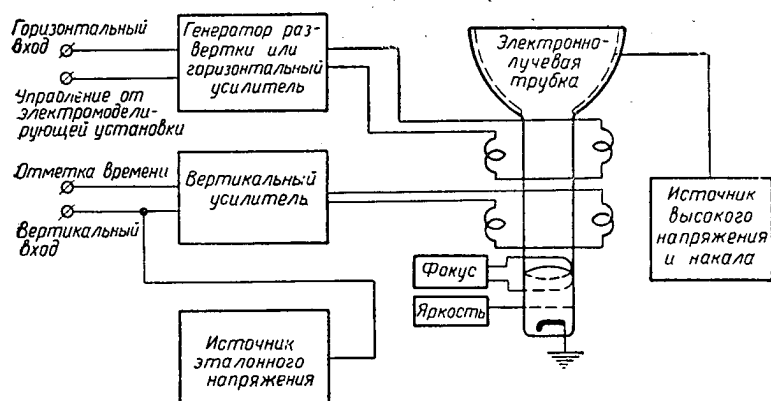
При помощи фотоприставки ФП-3 производится фотографирование изображений с экрана трубки на стандартную фотопленку шириной 6 см.

В комплект прибора входят: электронное устройство, 3 сменных электронно-лучевых трубки и блок для обесцвечивания экрана.

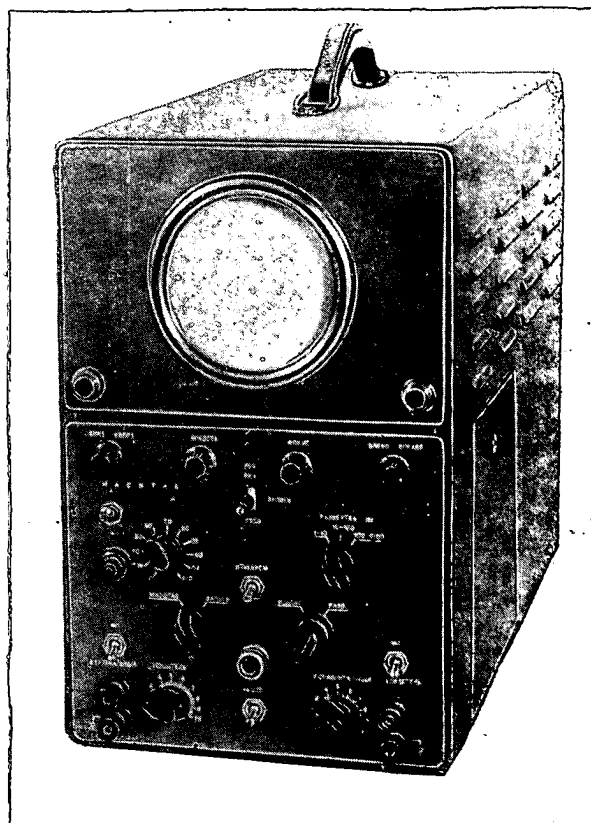
Электропитание осуществляется от блока ЭСВ-1М.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диаметр экрана трубки	100 мм
Напряжение, необходимое для записи на половине экрана, при максимальном усилении	100 в
Погрешность расшифровки данных с помощью масштабной сетки	1,5%
Габаритные размеры	535 × 245 × 385 мм
Вес	36,5 кг



ЗРУ-1



ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ИНДИКАТОР И-4

Электронно-лучевой индикатор И-4 предназначен для визуального наблюдения процессов на экране электронно-лучевой трубки. Трубка типа 31—ЛОЗЗ покрыта люминофором длительного послесвечения (до 30 сек.).

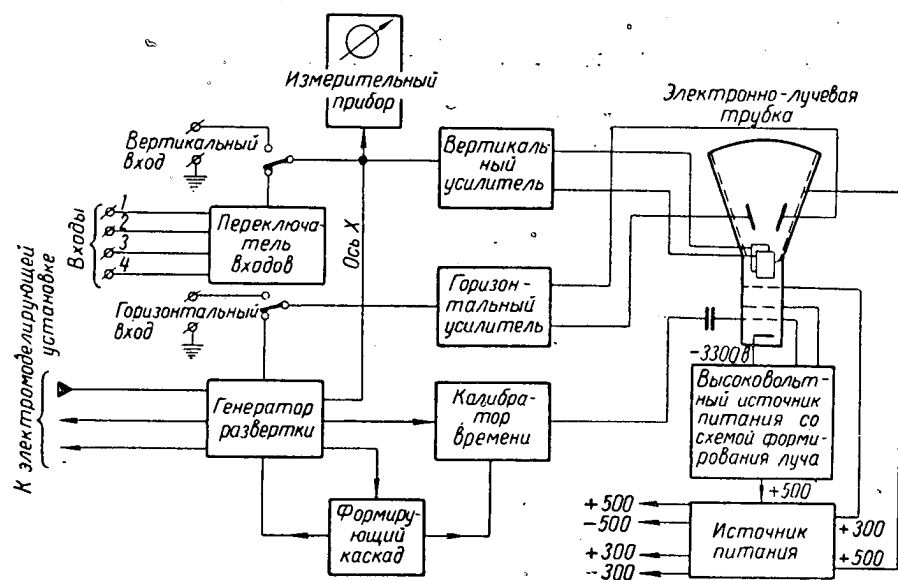
Индикатор рассчитан на синхронную работу с типовыми электрическими моделирующими установками постоянного тока в режиме однократной развертки и автоматического повторения процесса решения задачи. Может применяться также и как самостоятельный прибор.

Индикатор обеспечивает возможность наблюдения за величинами как в функции времени, так и в функции другой переменной величины. Возможно наблюдение до двух величин одновременно и нанесение отметок времени на наблюдаемой кривой.

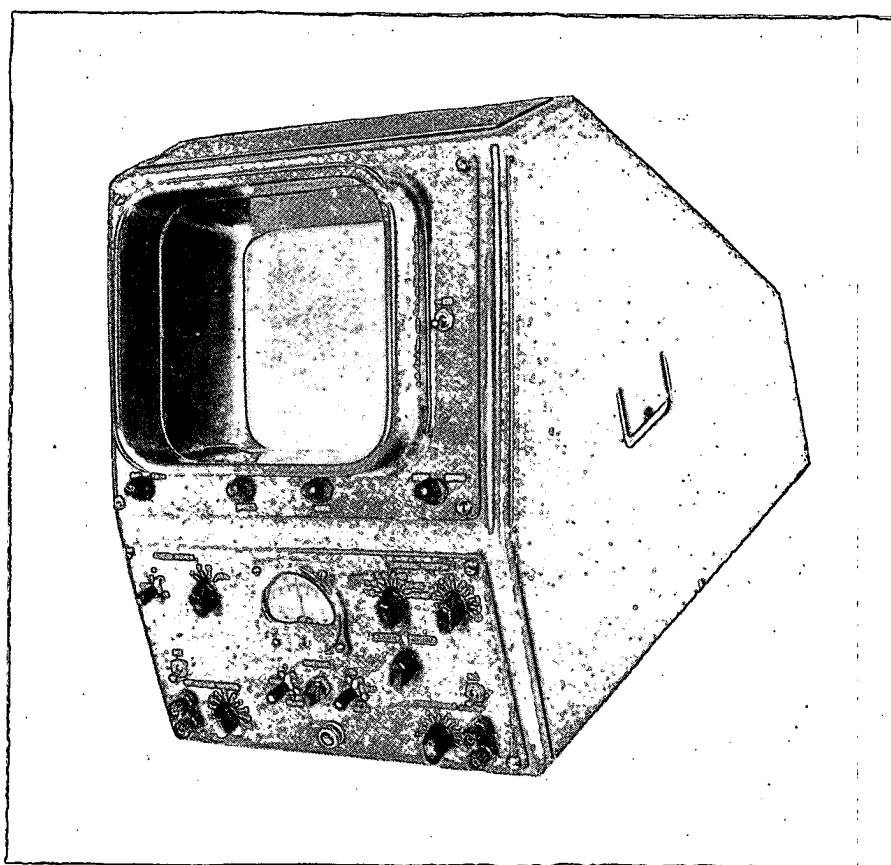
При помощи фотоприставки ФП-2 можно производить фотографирование изображений с экрана трубки на стандартную фотопленку шириной 6 см.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Размеры рабочей части экрана	180 × 220 мм
Чувствительность по обеим осям при максимальном усилении	20 мм/в
Длительность развертки:	
однократной	от 10 до 400 сек.
с повторением	от 1 до 80 сек.
Погрешность измерения величин	не более 2%
Частота отметок времени	1; 5; 10 и 25 гц
Потребляемая мощность от сети 220 в 50 гц	150 ватт
Габаритные размеры	715 × 375 × 495 мм
Вес	40 кг



И-4



ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ИНДИКАТОР И-5

Электронно-лучевой индикатор И-5 предназначен для визуального наблюдения процессов на экране электронно-лучевой трубки. Трубка типа 13-Л036 покрыта люминофором длительного послесвечения (до 30 сек.).

Индикатор рассчитан на синхронную работу с типовыми электрическими моделирующими установками постоянного тока в режиме однократной развертки и автоматического повторения процесса реше-

ния задачи. Может применяться и как самостоятельный прибор.

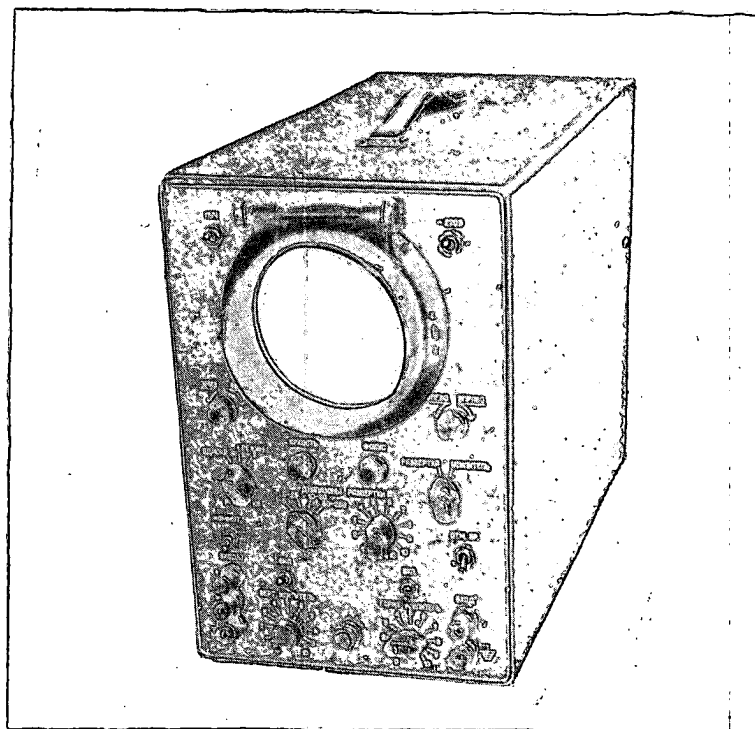
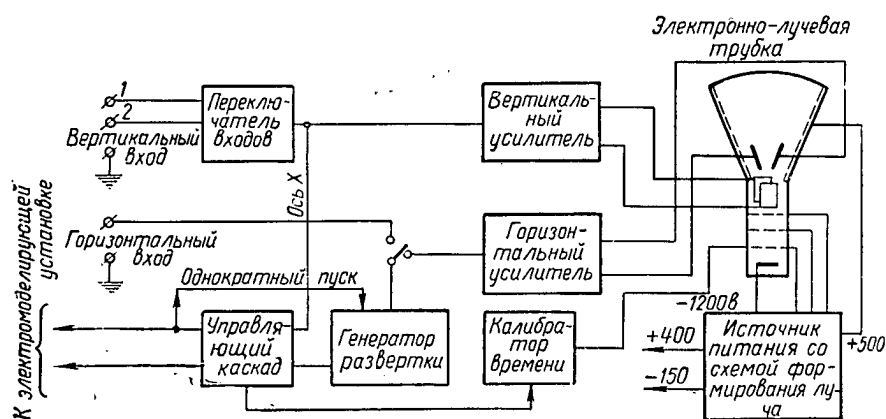
Индикатор обеспечивает возможность наблюдения за величинами как в функции времени, так и в функции другой переменной величины. Возможно наблюдение двух величин одновременно и нанесение отметок времени на наблюдаемой кривой.

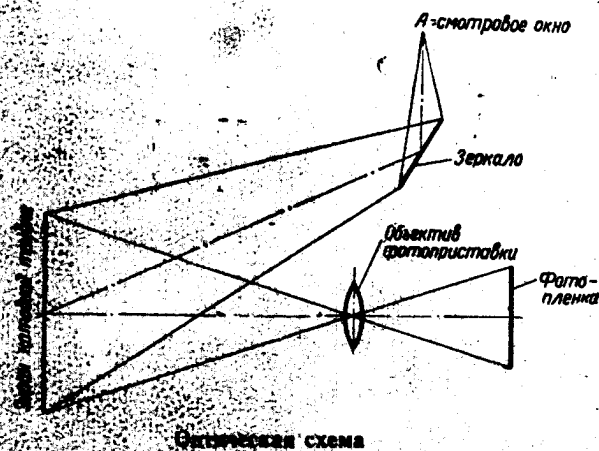
При помощи фотоприставки ФП-2 можно производить фотографирование изображений с экрана катодной трубки на стандартную фотопленку шириной 6 см.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

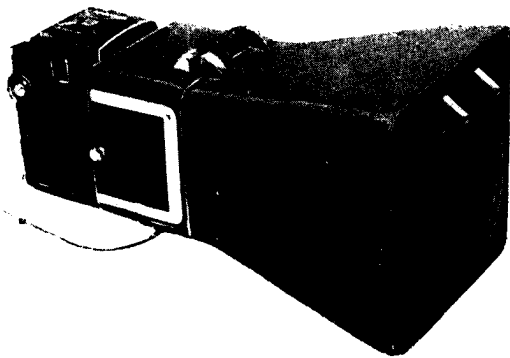
Диаметр экрана трубки	130 мм
Чувствительность по обеим осям при максимальном усилении	7 мм/в
Длительность развертки:	
однократной	от 10 до 250 сек.
с повторением	от 1 до 25 сек.
Частота отметок времени	0,1; 1 и 10 гц
Потребляемая мощность от сети 220 в 50 гц	40 ватт
Габаритные размеры	500 × 240 × 360 мм
Вес	22,5 кг

И-5





ФП-2



ФОТОПРИСТАВКА ФП-2

Фотоприставка ФП-2, в которую входит серийная фотокамера «Любитель», служит для фотографирования изображений с экрана трубки электронно-лучевых индикаторов И-2, И-4, И-5.

Фотоприставка допускает наблюдение изображений на экране трубки во время съемки и точную наводку на резкость.

На стандартной широкой пленке при размере кадра 6×6 см помещается 12 снимков.

Фотоприставка укрепляется на лицевых панелях электронно-лучевых индикаторов и легко снимается после съемки. При фотографировании с экрана индикатора И-4 на фотоприставку надевается специальная насадка, входящая в комплект ФП-2.

Вес фотоприставки (с насадкой) - 2,8 кг.

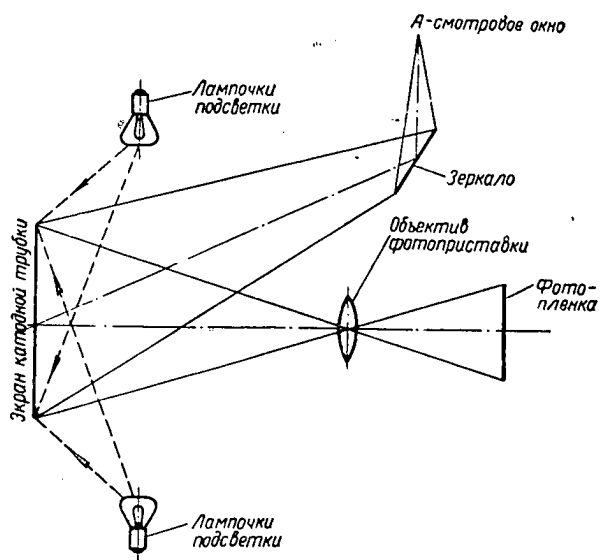
ФОТОПРИСТАВКА ФП-3

Фотоприставка ФП-3, в которую входит серийная фотокамера «Любитель», служит для фотографирования изображений с экрана электронно-лучевого регистрирующего устройства ЭРУ-1.

Фотоприставка допускает точную наводку на резкость. На стандартной широкой пленке помещается 12 снимков размером 6×6 см.

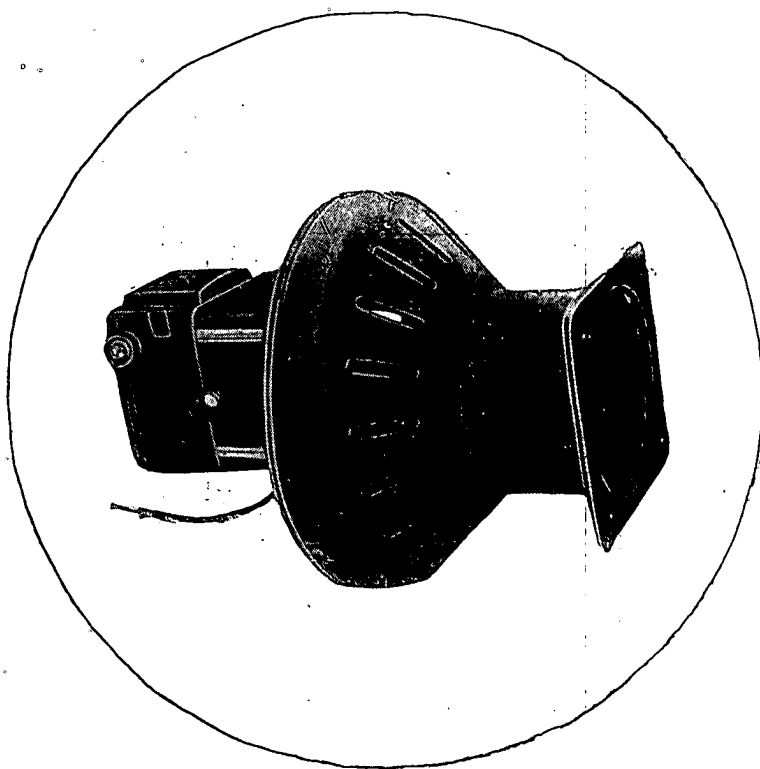
Для фотографирования фотоприставка укрепляется на лицевой панели блока трубки и легко снимается после съемки. Подсветка экрана катодной трубки при фотографировании осуществляется девятью лампочками накаливания типа СМ-27, питающимися от сети переменного тока 220 в.

Вес фотоприставки — 2,5 кг.



Оптическая схема

ФП-3



ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТАЮЩИЙ ВОЛЬТМЕТР ЭЦВП-1

Прибор предназначен для точного измерения и автоматической регистрации путем печатания медленно изменяющихся (с частотой до 0,1 гц) и постоянных напряжений.

В основу построения прибора положена время-импульсная схема преобразования напряжения в число.

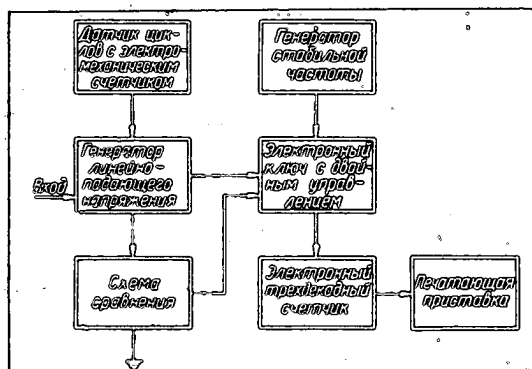
В комплект прибора входят электронно-

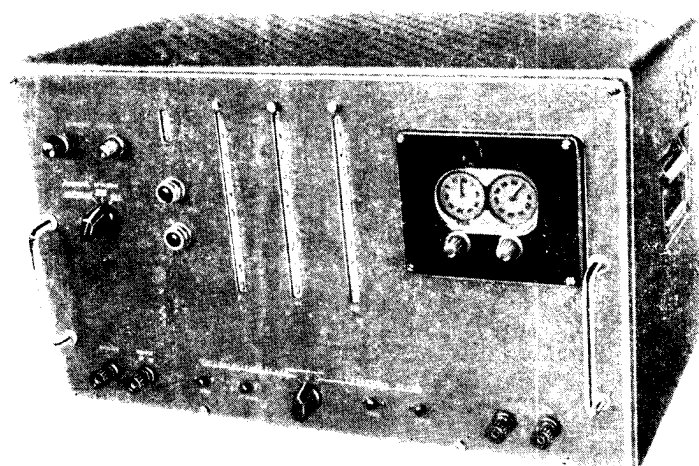
цифровой вольтметр типа ЭЦВ и печатающая приставка, выполненная на базе суммирующей машинки типа СДУ-138 с поднимающимися цифровыми штангами. Управление фиксацией штанг производится от счетчика, входящего в состав электронно-цифрового вольтметра.

Электропитание осуществляется от типового блока ЭСВ-1М.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

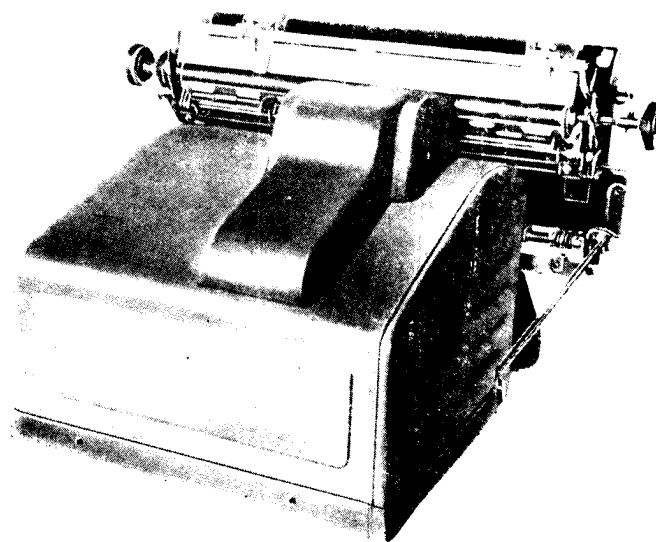
Погрешность измерений	$\pm 0,2\%$
Количество измерений в секунду	1
Габаритные размеры вольтметра	504 × 258 × 300 мм
Габаритные размеры печатающей приставки	500 × 350 × 350 мм
Вес вольтметра	около 20 кг
Вес приставки	около 30 кг





Цифровой вольтметр

ЭЦВП-1



Печатающая приставка

ЛАМПОВЫЙ ВОЛЬТМЕТР ВЛ-2

Ламповый вольтметр ВЛ-2 предназначен для измерения напряжений постоянного тока в схеме (в частности, выходных напряжений электро моделирующих установок при стационарном состоянии их схе-

мы), когда необходимо малое потребление тока измерительным прибором.

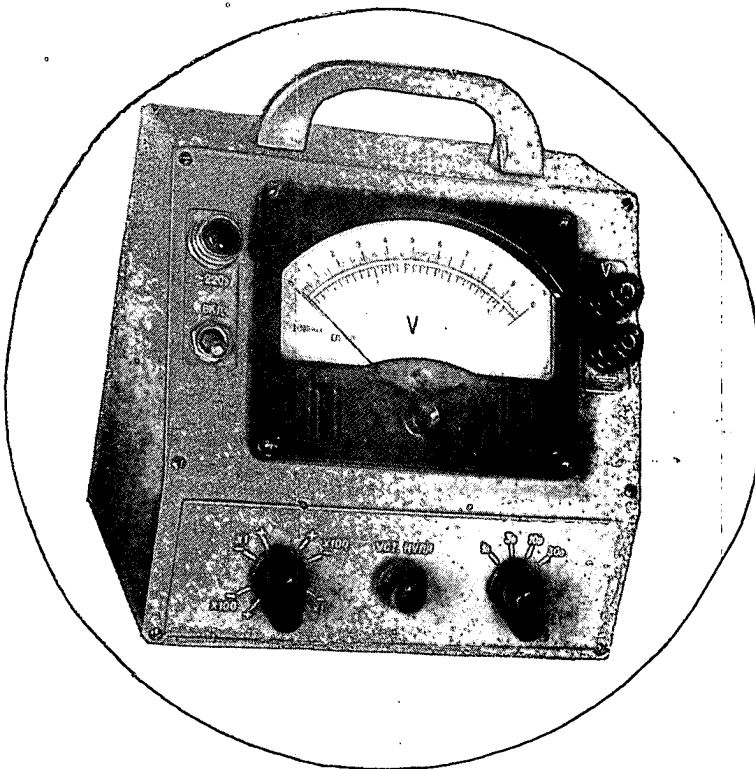
Схема прибора проста и построена на трех радиолампах (6Ц5С и двух 6С2).

Вольтметр имеет портативное выполнение.

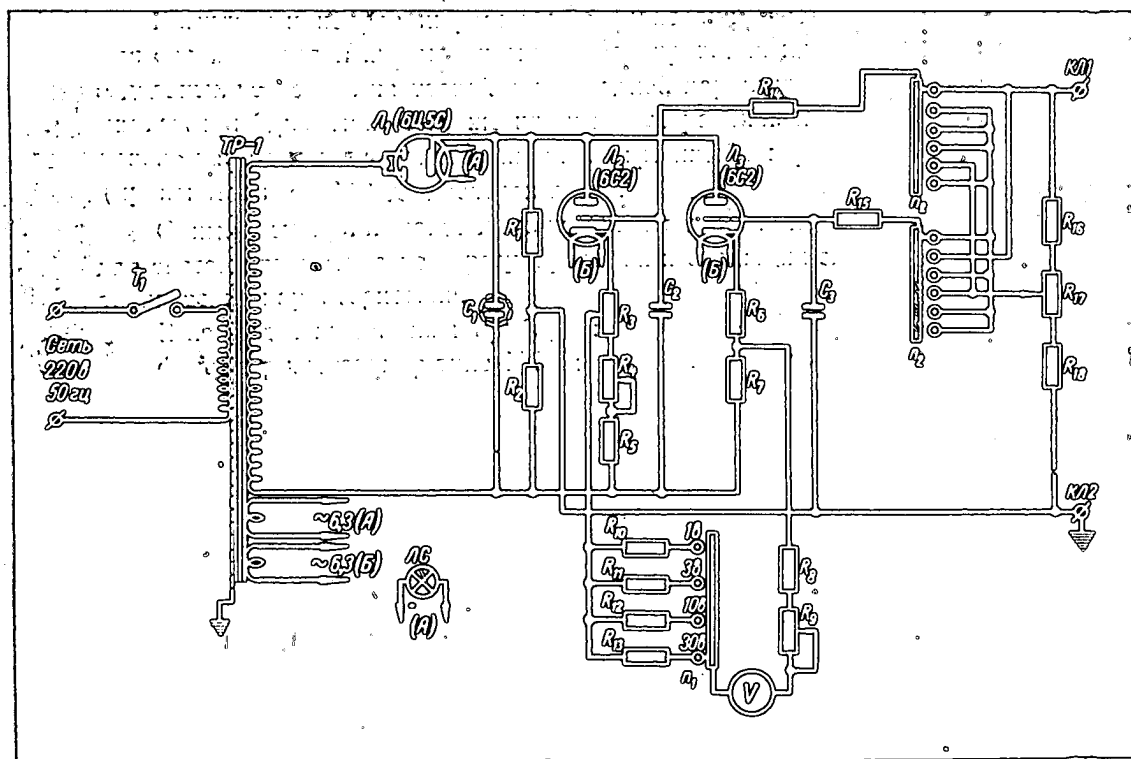
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

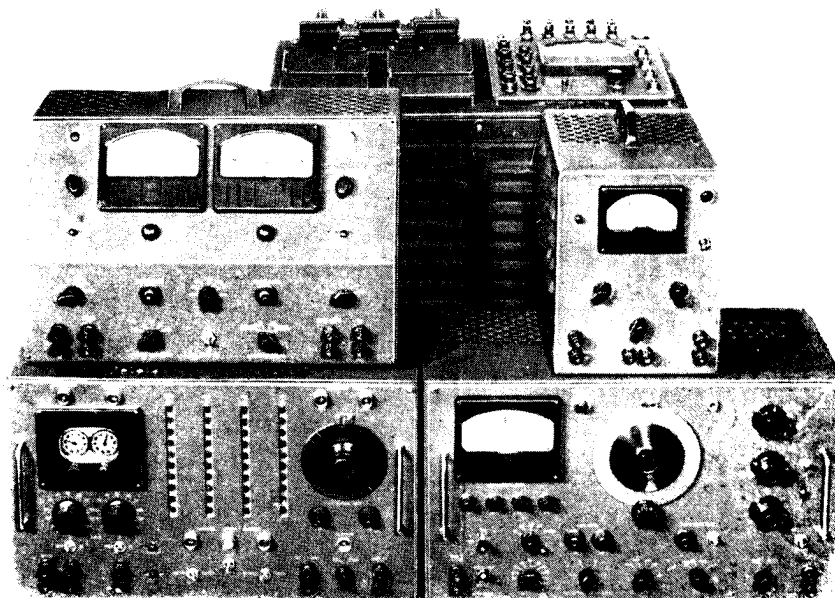
Пределы измерений	от 1 до 3000 в
Шкалы прибора	1; 3; 10; 30; 100; 300; 1000 и 3000 в
Входное сопротивление	не менее 5 мгом
Погрешность измерений	3—5%
Потребляемая мощность от однофазной сети 220 в 50 гц	50 ватт
Вес	около 2 кг

ВЛ-2



ВЛ-2





КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ ИНФРАНИЗКОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

Комплект приборов инфранизкого диапазона частот предназначен для снятия с систем автоматического регулирования или управления и их отдельных устройств частотной и переходной характеристик. При помощи данных приборов можно также производить различные измерения в диапазоне частот между нулем и нижней границей звукового диапазона (практически от 0,01 до десятков герц).

Снимаемые при помощи этого комплекта данные позволяют выбирать для систем автоматического регулирования и следящих систем наилучшие технические характеристики.

В комплект входят пять приборов:

фазометр-частотомер типа НФ-2;

генератор периодических колебаний типа НГПК-2;

двойной пиковый вольтметр типа ДПВ-1М;

компенсационный выпрямитель типа КВ-2;

электронно-стабилизированный выпрямитель типа ЭСВ-1М (служит для питания первых трех приборов).

ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНЫЙ ФАЗОМЕТР-ЧАСТОТОМЕР НФ-2

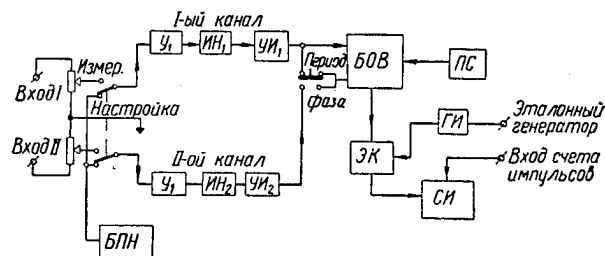
Фазометр-частотомер НФ-2 предназначен для точного измерения периода и сдвига фаз синусоидальных колебаний электрического напряжения, интервала времени между двумя одиночными импульсами и числа импульсов (периодических или непериодических).

Прибор может быть использован также в качестве задающего генератора синусоидальных колебаний на 100 кГц с кварцевой стабилизацией частоты.

Электропитание прибора осуществляется от типового блока ЭСВ-1М

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Рабочий диапазон частот при измерении периода и сдвига фаз	$0,01 \div 50$ гц
Погрешность измерения периода и сдвига фаз (к шкале 360°)	порядка 0,5%
Разрешающая способность при счете числа импульсов	$3 \div 5$ мксек
Минимальное входное напряжение (амплитудное значение)	0,2 в
Габаритные размеры	$504 \times 258 \times 300$ мм
Вес	21 кг



БПН — блок проверки нулей.

У₁ и У₂ — усилители постоянного тока с коэффициентом усиления $K \approx 50$.

ИН₁ и ИН₂ — импульсные индикаторы прохождения входных сигналов через нуль.

УИ₁ и УИ₂ — усилители импульсов.

БОВ — блок отсечки интервала времени между импульсами.

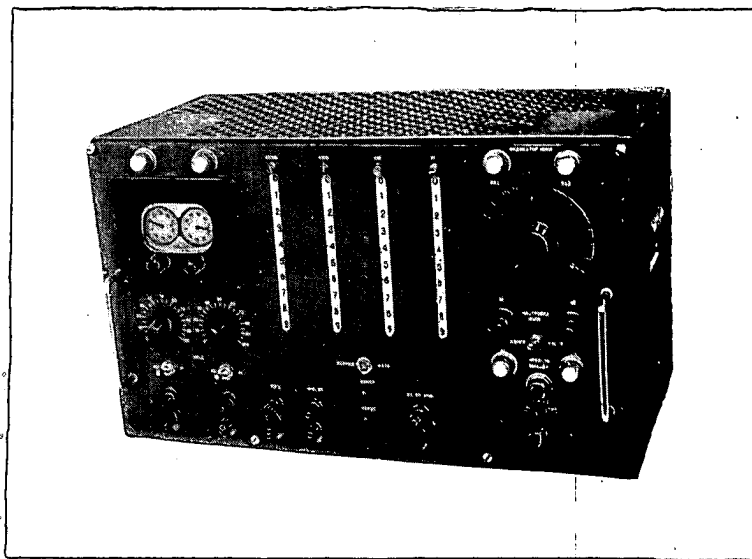
ПС — пусковая схема (схема подготовки).

ГИ — генератор импульсов с кварцевой стабилизацией частоты ($f = 100$ кГц).

ЭК — электронный клапан.

СИ — счетчик импульсов, состоящий из четырех электронных пересчетных декад типа ДП-2 и электромеханического четырехразрядного счетчика СБ-1М.

НФ-2



ИНФРАНИЗКОЧАСТОТНЫЙ ГЕНЕРАТОР ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НГПК-2

Генератор НГПК-2 предназначен для генерирования колебаний четырех форм: прямоугольной, треугольной, пилообразной и синусоидальной. Кроме того, прибор может выдавать одиночные импульсы прямоугольной, треугольной и пилообразной форм.

Генератор имеет два режима работы: генерирование чисто синусоидальных колебаний (фиг. 1) и генерирование прямоугольных (или треугольных) колебаний и синхронных с ними пилообразных колебаний (фиг. 2). Во втором режиме работы оба вида колебаний могут быть получены

одновременно, на двух разных выходах генератора.

Схема генератора построена на операционных усилителях постоянного тока. Частота колебаний устанавливается грубо по диапазонам и плавно в пределах каждого диапазона.

Допустимая величина внешней нагрузки на выходах прибора — 5 и 20 *ком*.

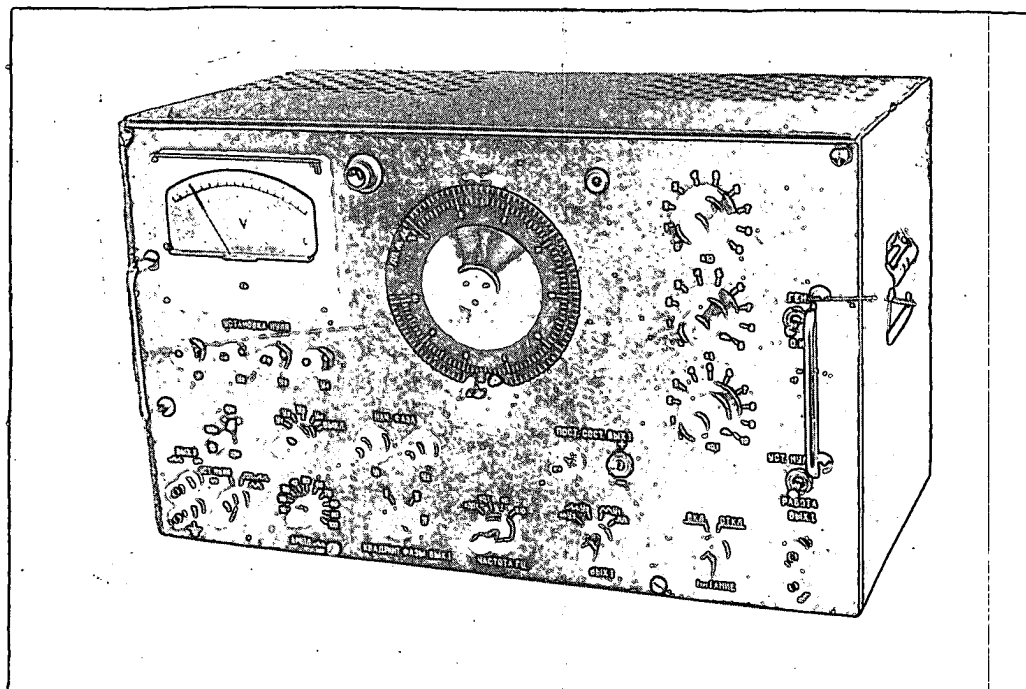
Генератор имеет устройство для дистанционного запуска процесса колебаний. Время, необходимое для прогрева прибора после включения его питания, 20 мин.

Электропитание — от типового блока ЭСВ-1М.

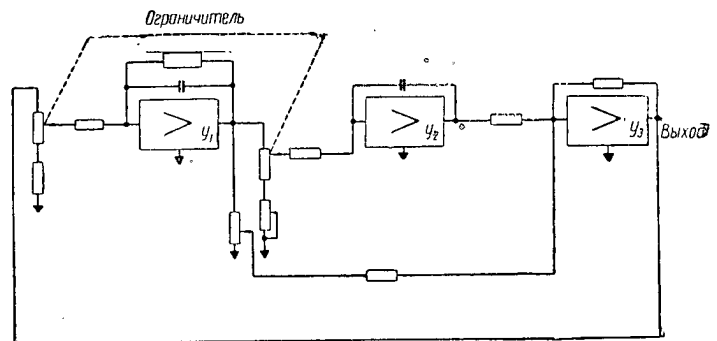
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Рабочий диапазон частот	0,01 ÷ 100 <i>гц</i>
Регулируемая амплитуда выходного напряжения (кроме пилообразного)	0 ÷ 200 <i>в</i>
Регулируемая амплитуда пилообразного напряжения	0 ÷ 100 <i>в</i>
Погрешность установки частоты	не более 4%
Стабильность частоты	1%
Коэффициент нелинейных искажений синусоидальных колебаний	не превышает 5%
Погрешность задания начальной фазы	не более 3%
Максимальное изменение амплитуды синусоидальных колебаний при изменении частоты	не более 3%
Стабильность амплитуды (в течение часа)	1 <i>в</i>
Отклонение от линейности пилообразных и треугольных колебаний (от величины максимальной амплитуды)	не превышает 1%
Габаритные размеры	504 × 258 × 300 <i>мм</i>
Вес	20 <i>кг</i>

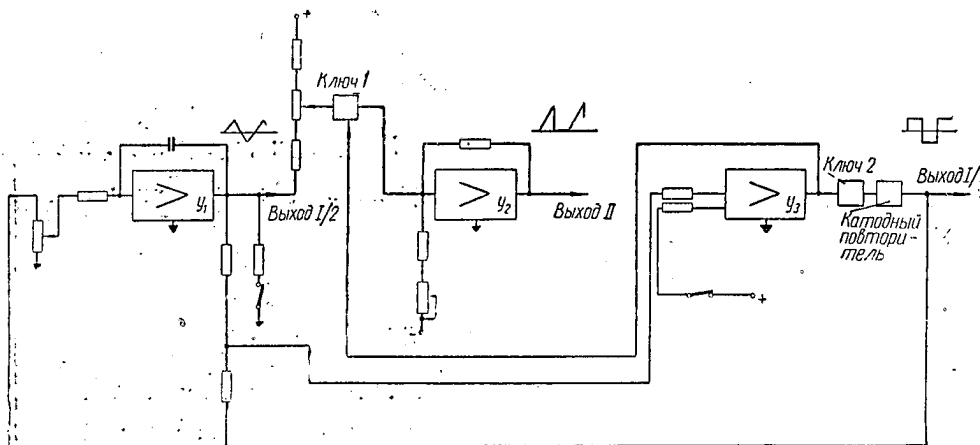
НГПК-2



НГПК-2



Фиг. 1. Блок-схема для синусоидальных колебаний



Фиг. 2. Блок-схема для несинусоидальных колебаний

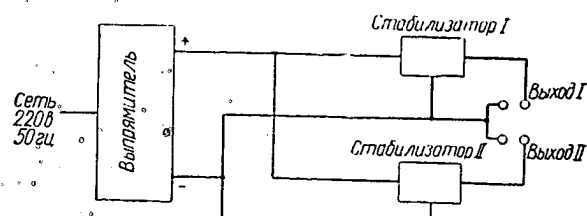
КОМПЕНСАЦИОННЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ КВ-2

При исследовании различных схем с помощью инфранизкочастотной измерительной аппаратуры часто возникает необходимость согласования включения приборов по уровню напряжения постоянного тока. Для этой цели и предназначен компенсационный выпрямитель КВ-2, схема которого представляет собой два электронно-стабилизированных источника напряжения с общим минусовым выводом, питающихся от одного выпрямителя. Разность напряжения между выходами этих источников может плавно изменяться вручную. Выходное внутреннее динамическое сопротивление прибора не превышает нескольких *ом*, а максимальный номинал напряжения на выходе составляет около 50 *в*. Этим самым обеспечивается компенсация напряжения постоянного тока любого знака в пределах ± 50 *в*. Контроль компенсации осуществляется по имеющемуся в приборе вольтметру постоянного тока.

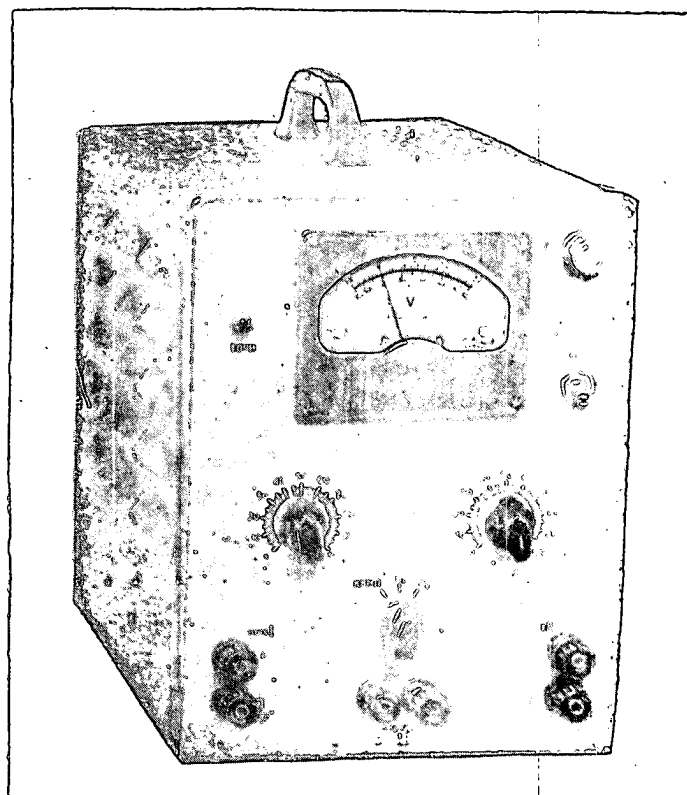
Напряжение первого источника регулируется потенциометром в пределах $+ 350 \div 400$ *в*, а напряжение второго — в пределах $+ 350 \pm 2,5$ *в*.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Допустимая нагрузка	30 <i>ма</i>
Дрейф выходного напряжения за 8 часов	0,7 <i>в</i>
Фоновая составляющая выходного напряжения	5 <i>мв</i>
Потребляемая мощность от сети 220 <i>в</i> 50 <i>гц</i>	140 <i>ва</i>
Габаритные размеры	200 × 300 × × 250 <i>мм</i>
Вес	4 <i>кг</i>



КВ-2



ДВОЙНОЙ ПИКОВЫЙ ВОЛЬТМЕТР ДПВ-1М

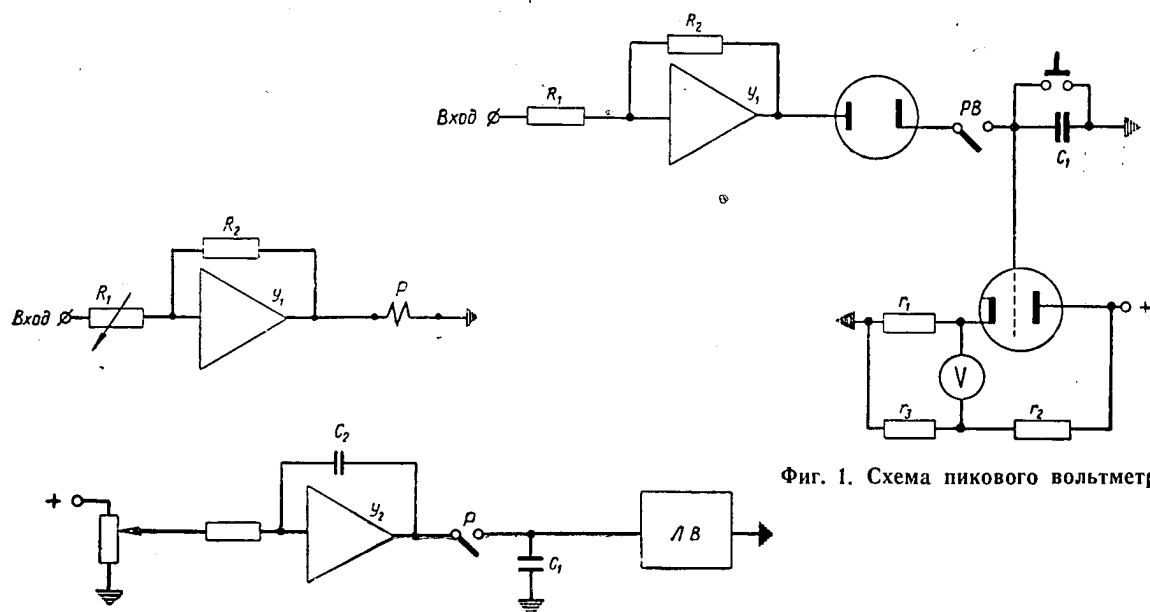
Двойной пиковый вольтметр ДПВ-1М предназначен для измерения пикового значения напряжения за один период колебания. Схема прибора позволяет измерять два напряжения одновременно, поскольку в ней имеются два одинаковых пиковых вольтметра. Схема пикового вольтметра (фиг. 1) содержит катодный повторитель, подключенный ко входу измерительного конденсатора. Во время измерений этот конденсатор через диод подключается к выходу входного усилителя постоянного тока. Изменением коэффициента усиления усилителя устанавливается величина для шкалы прибора. Для предотвращения стекания через диод заряда с конденсатора, последний подключается к усилителю только на время из-

мерения (12 сек.), а затем отключается с помощью реле времени.

Прибор обеспечивает также возможность измерения времени переходного процесса в системах автоматического регулирования (до момента окончательного входа переходной погрешности в зону нечувствительности). Измерение времени переходного процесса основано на применении операционного усилителя, работающего в режиме интегрирования постоянного напряжения, подаваемого на его вход во время работы прибора (фиг. 2). Параметры схемы в этом режиме выбраны так, что показания одного из вольтметров соответствуют времени переходного процесса регулирования в секундах. Электропитание — от типового блока ЭСВ-1М.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

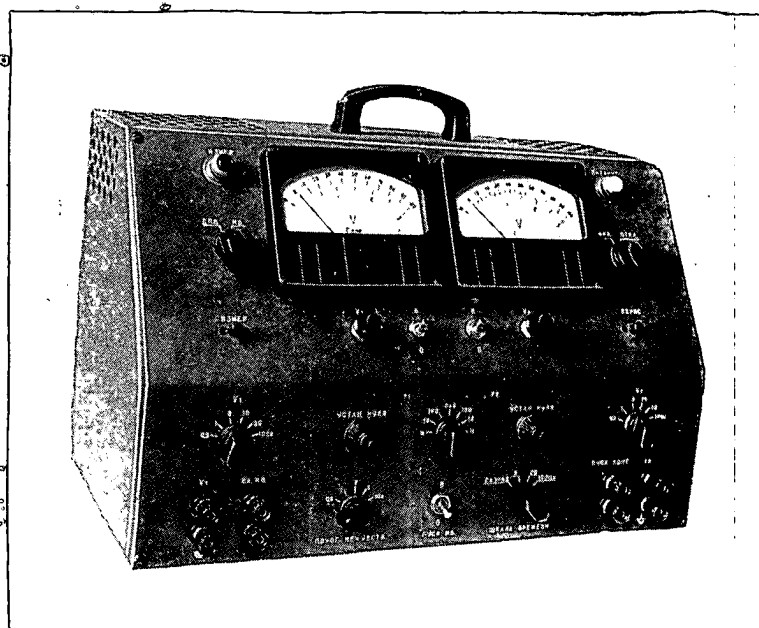
Рабочий диапазон частот	$0,1 \div 100$ гц
Величина измеряемого пикового напряжения	$0,1 \div 100$ в
Погрешность измерения напряжения	не более 2%
Шкалы измеряемых напряжений	0,3; 1; 3; 10; 30; 100 в
Величина измеряемого времени переходного процесса регулирования	$0 \div 100$ сек.
Погрешность измерения времени переходного процесса	5%
Задаваемая величина зоны нечувствительности	0,5; 1; 2,5; 10 в
Габаритные размеры	$450 \times 240 \times 300$ мм
Вес	16 кг



Фиг. 1. Схема пикового вольтметра

Фиг. 2. Схема измерителя времени переходного процесса

ДПВ-1М



ЭЛЕКТРОННО-СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ЭСВ-1М

Электронно-стабилизированный выпрямитель (блок питания) ЭСВ-1М предназначен для обеспечения различных потребителей высокостабилизированными источниками питания постоянного тока следующих номиналов:

- 350 в при нагрузке до 50 ма;
- 190 в при нагрузке до 550 ма;
- + 75 в при нагрузке до 50 ма;
- + 350 в при нагрузке до 350 ма.

В блоке имеются также четыре источника переменного тока 6,3 в, стабилизированные общим феррорезонансным стабилизатором, с допустимыми нагрузками соответственно до 5, 8, 13 и 15а.

Схемы всех источников напряжения постоянного тока состоят из выпрямителей

и стабилизаторов. Выпрямители источников двухполупериодные, построены на лампах 5Ц3С. Электронные стабилизаторы выполнены как по схеме с пропускающей (последовательной) лампой, так и по схеме с шунтирующей лампой.

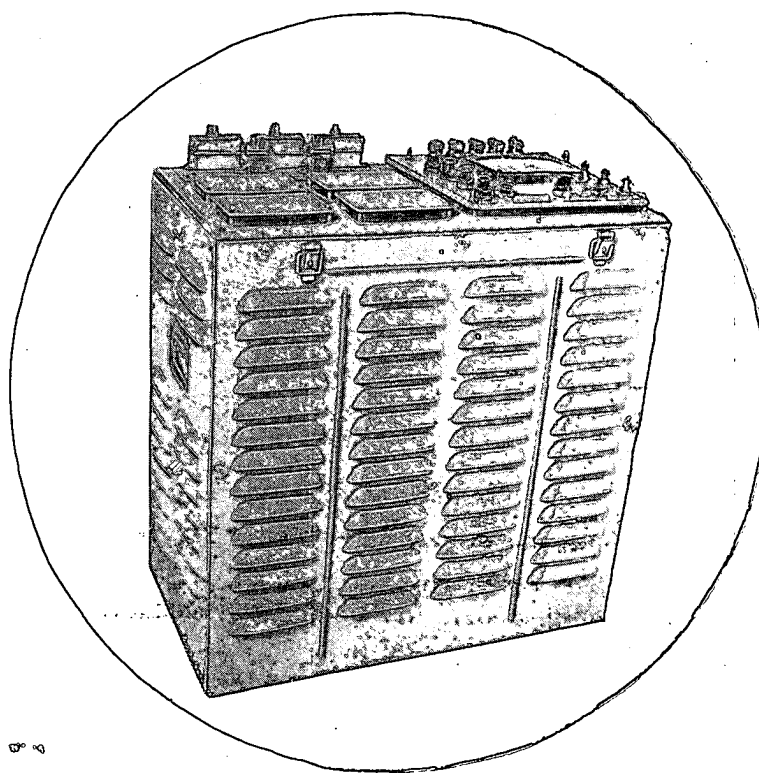
Опорным напряжением для источников + 350 в, + 75 в и — 190 в служит источник — 350 в. Опорное напряжение для источника — 350 в получается с помощью стабилитров СГ-3С.

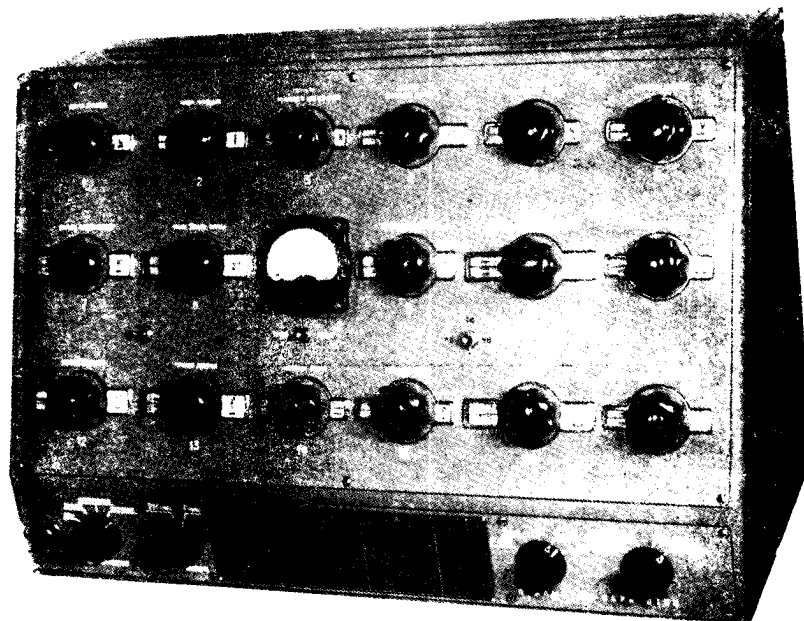
Большие коэффициенты усиления усилителей, примененных в стабилизаторах, позволяют получить большие коэффициенты стабилизации и малые выходные сопротивления у стабилизированных источников.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Изменение выходных напряжений электронно-стабилизированных источников при плавном изменении напряжения сети на $\pm 10\%$	не более 0,1 в
Изменение выходных напряжений электронно-стабилизированных источников за 10 минут	не более 0,1% от номинала
Потребляемая мощность от сети переменного тока 220 в 50 гц	около 1 кВа
Габаритные размеры	610 × 340 × 640 мм
Вес	80 кг

3CB-1M





**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ
РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ,
ФРЕЗЕРОВАНИИ И СВЕРЛЕНИИ
ВПРР-2**

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ, ФРЕЗЕРОВАНИИ И СВЕРЛЕНИИ ВПРР-2

Прибор ВПРР-2 предназначен для определения оптимальных режимов резания на токарных, фрезерных и сверлильных станках, исходя из возможностей станка и режущего инструмента.

Определение режимов резания осуществляется по трансцендентным уравнениям вида:

$$a_1^{b_1} a_2^{b_2} \dots a_n^{b_n} = 1,$$

где a_i и b_i — постоянные действительные величины, одна из которых подлежит определению. В эти формулы входят 23 величины, влияющие на режим резания. К ним относятся: стойкость инструмента, мощность станка, число оборотов шпинделя станка, подача, геометрические разме-

ры детали, характеристика материала и т. п.

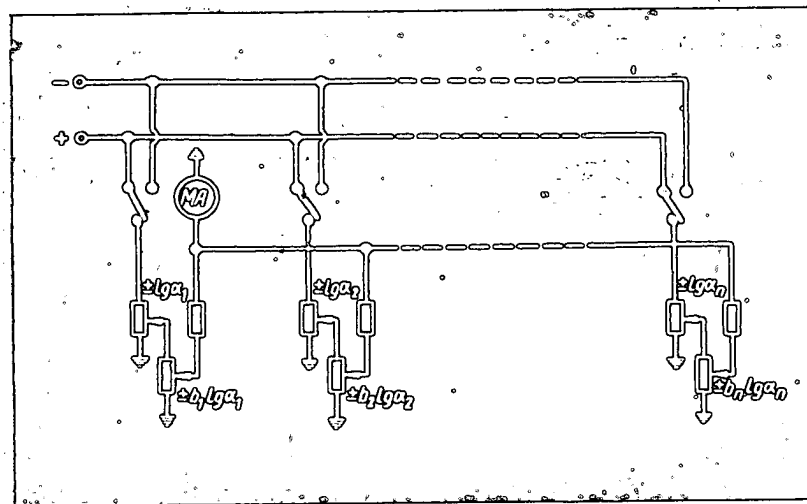
Настройка прибора на соответствующий вид обработки детали производится путем переключения его схемы рукояткой режима.

В безламповой схеме прибора используются электрические потенциометры и компенсационный метод измерения иско-мой величины. Время, необходимое для определения оптимального режима резания и других параметров обработки (машинное время, скорость резания и др.) составляет 2—3 мин.

Прибор может быть использован в металлообрабатывающих цехах и в лабораториях резания.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Потребляемая мощность	120 вa
Напряжение электропитания	220 (127) 36 в 50 гц
Число переменных величин	23
Точность вычислений	± 5%
Габаритные размеры	640 × 280 × 430 мм
Вес	25 кг



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	Стр 3
АНАЛОГОВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ	
Электронная моделирующая установка ИПТ-5	6
Электронная моделирующая установка МПТ-9	8
Электрическая блочная нелинейная моделирующая установка МПТ-11М	10
Электронная моделирующая установка МН-1	12
Малогабаритная нелинейная электронная моделирующая установка МН-7	14
Электронная моделирующая установка МН-8	16
Малогабаритная нелинейная электронная моделирующая установка МН-М	20
Электрическая моделирующая установка МЛ-2	22
Электронинтегратор ЭИ-12	24
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА, РАСШИРЯЮЩАЯ ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛОГОВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАШИН	
Комплект нелинейных блоков для электромоделирующих установок КНБ	26
Набор нелинейных блоков ННБ	29
Одноступенный электромеханический динамический блок ЭДБ-1	30
Блок регистрации и воспроизведения функций БРВ	32
Электронно-лучевой минимизатор ЭЛМ	34
Блок постоянного запаздывания БПЗ-1	36
УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА «УРАЛ»	
	38
РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ И ИНДИКАТОРЫ	
Электронно-лучевое регистрирующее устройство ЭРУ-1	44
Электронно-лучевой индикатор И-4	46
Электронно-лучевой индикатор И-5	48
Фотоприставка ФП-2	50
Фотоприставка ФП-3	51
Электронно-цифровой печатающий вольтметр ЭЦВП-1	52
Ламповый вольтметр ВЛ-2	54
КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ ИНФРАНИЗКОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ	
Инфранизкочастотный фазометр-частотомер НФ-2	59
Инфранизкочастотный генератор периодических колебаний НГПК-2	60
Компенсационный выпрямитель КВ-2	63
Двойной пиковый вольтметр ДПВ-1М	64
Электронно-стабилизированный выпрямитель ЭСВ-1М	66
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ, ФРЕЗЕРОВАНИИ И СВЕРЛЕНИИ ВПРР-2	
	70

ЭЛЕКТРОННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ
ПРИБОРЫ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

Краткий каталог

Редактор ЦБТИ В. В. Скачков
Оформление художника А. Л. Бельского
Технический редактор Ц. Я. Киржнер
Корректор Н. П. Лаврова

Сдано в производство 24/XII 1957 г.	Подписано к печати 17/III 1958 г.
Печ. л. 4,5	Формат бумаги 84×108 ¹ / ₁₆
(условных 7,4)	Тираж 3000 экз.
Л96524	Заказ 6555.

Серпуховская типография

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
6	10-я сверху, левая колонка	$\frac{dx_1}{dt} = \sum_{j=1} a_{ij}(t) x_j + f_i(t),$	$\frac{dx_1}{dt} = \sum_{j=1}^9 a_{ij}(t) x_j + f_i(t),$
8	13-я сверху, левая колонка	a_j	a_{ij}
16	10-я сверху, левая колонка	$\frac{dx_1}{dt} = F_1(x_1, x_2, \dots, x_n, t),$	$\frac{dx_1}{dt} = F_1(x_1, x_2, \dots, x_n, t),$
18	21-я сверху, правая колонка	в) блоков, воспроизводящих	в) 6 блоков, воспроизводящих
36	8-я сверху	запаздывающим аргументом 8 мк.	запаздывающим аргументом.
60	Технические данные, 3-я сверху	$0 \div 200 \text{ в}$	$0 \div 100 \text{ в}$
60	Технические данные, 4-я сверху	$0 \div 100 \text{ в}$	$0 \div 200 \text{ в}$

Каталог "Электронные математические машины. Приборы инфранизкого диапазона частот". Заказ 6555

